EDISI REVISI 2017

Buku Guru
ILMU PENGETAHUAN ALAM

SMP/MTs
KELAS
VIII

Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Indonesia. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
Buku Guru Ilmu Pengetahuan Alam/ Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.-- .
Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2017.
xii, 444 hlm. : ilus. ; 25 cm.

Untuk SMP/MTs Kelas VIII
ISBN 978-602-282-321-6 (jilid lengkap)
ISBN 978-602-282-323-0 (jilid 2)

1. Sains -- Studi dan Pengajaran I. Judul
II. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

507

Penulis : Siti Zubaidah, Susriyati Mahanal, Lia Yuliati, I Wayan Dasna, Ardian A. Pangestuti, Dyne R. Puspitasari, Hamim T. Mahfudhillah, Alifa Robitah, Zenia L. Kurniawati, Fatia Rosyida, dan Mar'atus Sholihah.
Penelaah : Ana Ratna Wulan, Herawati Susilo, I Made Padri, Dadan Rosana, Enny Ratnaningsih, Maria Paristiowati, dan Ahmad Mudzakir.
Pe-*review* : Farikhah A idah
Penyelia Penerbitan : Pusat Kurikulum dan Perbukuan, Balitbang, Kemendikbud.

Cetakan Ke-1, 2014 ISBN 978-602-282-081-9 (Jilid 2)
Cetakan Ke-2, 2017 (Edisi Revisi)
Disusun dengan huruf Georgia, 12 pt.

Kata Pengantar

Kurikulum 2013 dirancang untuk memperkuat kompetensi siswa dari sisi pengetahuan, keterampilan, dan sikap secara utuh. Proses pencapaiannya melalui pembelajaran sejumlah mata pelajaran yang dirangkai sebagai suatu kesatuan yang saling mendukung pencapaian kompetensi tersebut. Bila pada jenjang SD/MI, beberapa mata pelajaran digabung menjadi satu dan disajikan dalam bentuk tema-tema, maka pada jenjang SMP/MTs pembelajaran sudah mulai dipisah-pisah menjadi mata pelajaran.

Sebagai transisi menuju ke pendidikan menengah, pemisahan ini masih belum dilakukan sepenuhnya bagi siswa SMP/MTs. Materi-materi dari bidang-bidang ilmu Fisika, Kimia, Biologi, serta Ilmu Bumi dan Antariksa masih perlu disajikan sebagai suatu kesatuan dalam mata pelajaran IPA (Ilmu Pengetahuan Alam). Hal ini dimaksudkan untuk memberikan wawasan yang utuh bagi siswa SMP/MTs tentang prinsip-prinsip dasar yang mengatur alam semesta beserta segenap isinya.

Buku IPA Kelas VIII SMP/MTs ini disusun dengan pemikiran di atas. Bidang ilmu Biologi dipakai sebagai landasan (*platform*) pembahasan bidang ilmu yang lain. Makhluk hidup digunakan sebagai objek untuk menjelaskan prinsip-prinsip dasar yang mengatur alam seperti objek alam dan interaksinya, energi dan keseimbangannya, dan lain-lain. Melalui pembahasan menggunakan bermacam bidang ilmu dalam rumpun ilmu pengetahuan alam, pemahaman utuh tentang alam yang dihuninya beserta benda-benda alam yang dijumpai di sekitarnya dapat dikuasai oleh peserta didik SMP/MTs.

Sebagai salah satu rumpun ilmu yang digunakan untuk mengukur kemajuan pendidikan suatu negara, pemahaman peserta didik suatu negara terhadap IPA dibandingkan secara rutin sebagaimana dilakukan melalui TIMSS (*The Trends in International Mathematics and Science Study*) dan PISA (*Program for International Student*

Assessment). Melalui penilaian internasional seperti ini kita dapat mengetahui kualitas pembelajaran IPA dibandingkan dengan negara lain. Materi IPA pada Kurikulum 2013 ini telah disesuaikan dengan tuntutan penguasaan materi IPA menurut TIMSS dan PISA.

Sesuai dengan konsep Kurikulum 2013, buku ini disusun mengacu pada pembelajaran IPA secara terpadu dan utuh, sehingga setiap pengetahuan yang diajarkan, pembelajarannya harus dilanjutkan sampai membuat siswa terampil dalam menyajikan pengetahuan yang dikuasainya secara konkret dan abstrak, dan bersikap sebagai makhluk yang mensyukuri anugerah alam semesta yang dikaruniakan Tuhan kepadanya melalui pemanfaatan yang bertanggung jawab.

Buku ini menjabarkan usaha minimal yang harus dilakukan siswa untuk mencapai kompetensi yang diharapkan. Sesuai dengan pendekatan yang digunakan dalam Kurikulum 2013, siswa diberanikan untuk mencari sumber belajar lain yang tersedia dan terbentang luas di sekitarnya. Peran guru sangat penting untuk meningkatkan dan menyesuaikan daya serap siswa dengan ketersediaan kegiatan pada buku ini. Guru dapat memperkayanya dengan kreasi dalam bentuk kegiatan-kegiatan lain yang sesuai dan relevan yang bersumber dari lingkungan sosial dan alam.

Sebagai edisi pertama, buku ini sangat terbuka dan terus dilakukan perbaikan dan penyempurnaan. Untuk itu, kami mengundang para pembaca memberikan kritik, saran, dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan pada edisi berikutnya. Atas kontribusi tersebut, kami ucapkan terima kasih. Mudah-mudahan kita dapat memberikan yang terbaik bagi kemajuan dunia pendidikan dalam rangka mempersiapkan generasi seratus tahun Indonesia Merdeka (2045).

Jakarta, Februari 2017

Tim Penulis

Daftar Isi

Daftar Gambar

Gambar Bagian Umum

Gambar Bagian Khusus

Daftar Tabel

Tabel Bagian Umum

Tabel Bagian Khusus

BAGIAN I: PETUNJUK UMUM

Sumber: fotolog.com

Petunjuk Umum ini berisikan:

Bab 1 IPA Terpadu dan Pembelajarannya
Bab 2 Penilaian Pembelajaran IPA, Tindak Lanjut Penilaian, dan Interaksi dengan Orangtua
Bab 3 Model Pembelajaran untuk Pembelajaran IPA
Bab 4 Kompetensi Dasar dan Pemetaan Materi

Motivasi untuk Guru

Jari jemari Tuhan selalu adil untuk umat-Nya. Beragam profesi dihadirkan-Nya di muka bumi ini untuk menjaga keseimbangan sosial agar berlangsung secara harmonis. Salah satu pilihan profesi yang turut menghiasi indahnya dunia ini adalah dengan menjadi guru. Sebutan guru dengan segala variannya menjadi profesi pilihan yang harus dijalani dengan segenap kesadaran. Kesadaran menjalani pilihan dengan segala risiko dan tanggung jawab. Menjatuhkan pilihan sebagai guru didasari pada bahwa sebaik-baiknya pekerjaan adalah yang bermanfaat dunia sekaligus akhirat. Lewat perenungan dan kontemplasi yang mendalam, profesi guru menjadi pilihan tak terbantahkan.

Semangat yang tak pernah kendur dan alasan yang selalu terjaga memilih berprofesi sebagai guru memperkuat langkah-langkah hari demi hari. Mengajar dan mendidik menimbulkan ketenangan batin yang tak berujung. Kata-kata kebaikan yang dikeluarkan dan ilmu bermanfaat menjadikan bekal tabungan surga bagi seorang guru.

Menjalani hari dengan senyuman seorang guru adalah energi. Energi yang akan membawa hari-hari terasa berisi. Energi yang akan menentukan langkah besar perubahan bangsa. Energi pengubah generasi-generasi tangguh masa depan dengan beragam profesi mulia nantinya. Energi pendulang cita-cita untuk membentuk generasi pengisi peradaban baru negeri ini. Energi pembangun anak-anak berkarakter. Energi pencipta mutiara-mutiara pemikir cerdas, kritis, dan santun.

1 IPA Terpadu dan Pembelajarannya

A. IPA Terpadu

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) dikenal juga dengan istilah sains. Kata sains berasal dari bahasa Latin yaitu *scientia* yang berarti ”saya tahu”. Dalam bahasa Inggris, kata sains berasal dari kata *science* yang berarti “pengetahuan”. Secara umum, *science* meliputi *natural science* yang selanjutnya dikenal dengan IPA, dan *social science* yang selanjutnya dikenal dengan IPS.

Ilmu Pengetahuan Alam merupakan cabang ilmu pengetahuan yang berawal dari fenomena alam. IPA didefinisikan dengan pengetahuan yang sistematis dan disusun dengan menghubungkan gejala-gejala alam yang bersifat kebendaan dan didasarkan pada hasil pengamatan. IPA juga didefinisikan sebagai sekumpulan pengetahuan tentang objek dan fenomena alam yang diperoleh dari hasil pemikiran dan penyelidikan ilmuwan yang dilakukan dengan keterampilan bereksperimen dengan menggunakan metode ilmiah (Pudjiadi, 2005). Definisi tersebut memberi pengertian bahwa IPA merupakan cabang ilmu pengetahuan yang dibangun berdasarkan pengamatan dan klasifikasi data, serta disusun dan diverifikasi dalam hukum-hukum yang bersifat kuantitatif, yang melibatkan aplikasi penalaran matematis dan analisis data terhadap gejala-gejala alam.

Ilmu Pengetahuan Alam dijelaskan sebagai kumpulan pengetahuan dan cara-cara untuk mendapatkan dan menggunakan pengetahuan itu. IPA merupakan kombinasi dua unsur utama, yaitu proses dan produk yang tidak terpisahkan. IPA sebagai proses meliputi keterampilan proses dan sikap ilmiah yang diperlukan untuk memperoleh dan mengembangkan pengetahuan; sedangkan sains sebagai produk berupa kumpulan pengetahuan yang meliputi fakta, konsep, generalisasi, prinsip, teori dan hukum. Keterampilan proses sains adalah keterampilan yang digunakan peserta didik untuk menyelidiki dunia di sekitar mereka dan untuk membangun konsep ilmu pengetahuan, sedangkan sikap ilmiah adalah bagaimana para ilmuwan bersikap ketika melakukan proses dalam mendapatkan ilmu pengetahuan tersebut. Dengan demikian, pada hakikatnya IPA merupakan ilmu pengetahuan tentang gejala alam berupa fakta, konsep, prinsip, dan hukum yang teruji kebenarannya dan melalui suatu rangkaian kegiatan dalam metode ilmiah.

Setiap disiplin ilmu memiliki ciri-ciri khusus. Berikut ini adalah ciri-ciri khusus yang dimiliki oleh IPA, disarikan dari berbagai sumber oleh Zubaidah, dkk (2013a).

1. Ilmu Pengetahuan Alam mempunyai nilai ilmiah, yaitu memiliki kebenaran yang dapat dibuktikan oleh semua orang dengan menggunakan metode ilmiah dan prosedur seperti yang dilakukan terdahulu oleh penemunya.
2. Ilmu Pengetahuan Alam merupakan suatu kumpulan pengetahuan yang tersusun secara sistematis dan dalam penggunaannya secara umum terbatas pada gejala-gejala alam.
3. Ilmu Pengetahuan Alam merupakan pengetahuan yang diperoleh dengan cara khusus. IPA diperoleh dengan melakukan observasi, eksperimentasi, penyimpulan data, dan penyusunan teori. Kegiatan tersebut kemudian dapat dilanjutkan lagi dengan kegiatan observasi lagi, eksperimentasi lagi, dan demikian seterusnya kait mengkait antara cara yang satu dengan cara yang lain. Cara yang demikian ini dikenal dengan metode ilmiah (*scientific method*).
4. Ilmu Pengetahuan Alam meliputi empat unsur, yaitu produk, proses, aplikasi, dan sikap.

Produk dapat berupa fakta, prinsip, teori, dan hukum. Proses merupakan prosedur pemecahan masalah melalui metode ilmiah. Aplikasi merupakan penerapan metode atau kerja ilmiah dan konsep IPA dalam kehidupan sehari-hari. Sikap merupakan rasa ingin tahu tentang objek, fenomena alam, makhluk hidup, serta hubungan sebab akibat yang menimbulkan masalah baru yang dapat dipecahkan melalui prosedur yang benar.

Produk IPA diperoleh melalui suatu proses berpikir dan bertindak dalam menghadapi atau merespons masalah-masalah yang ada di lingkungan, yang kemudian dikenal sebagai proses ilmiah. Sejumlah proses IPA yang dikembangkan para ilmuwan dalam mencari pengetahuan dan kebenaran ilmiah itulah yang kemudian disebut sebagai keterampilan proses IPA. Berbagai sumber yang dirujuk Zubaidah, dkk (2013a, 2013b), menyatakan bahwa keterampilan proses IPA dapat digolongkan menjadi keterampilan proses dasar (*basic skills*) dan keterampilan proses terintegrasi (*integrated skills*), sekalipun komponennya ada yang sama dan ada yang berbeda. Keterampilan proses, baik keterampilan proses dasar maupun keterampilan proses terintegrasi, harus dilatihkan kepada peserta didik agar peserta didik tidak hanya menjadi penerima informasi, tetapi juga dapat melakukan pencarian informasi terkait dengan hal-hal yang dipelajari. Terkait dengan sistem penilaian, keterampilan proses yang dilatihkan kepada peserta didik juga harus diukur melalui penilaian yang berkesinambungan, yang dikenal dengan penilaian autentik. Tentang penilaian, akan dijelaskan lebih lanjut pada bagian lain di buku guru ini. Berikut dijelaskan macam-macam keterampilan proses dasar dan keterampilan proses terintegrasi.

1. Keterampilan Proses Dasar

a. Mengamati

Mengamati adalah kegiatan yang melibatkan alat indra, seperti melihat, mendengar, meraba, merasakan, dan mencium. Pada tahap pengamatan orang hanya mengatakan kejadian yang mereka lihat, dengar, raba, rasa, dan cium. Pada tahap ini seseorang belajar mengumpulkan petunjuk. Contoh: merasakan air gula dengan lidah, meraba permukaan daun dengan ujung jari, mendengarkan bunyi gitar yang dipetik dengan telinga, dan sebagainya.

b. Menggolongkan/Mengklasifikasi

Menggolongkan adalah memilah berbagai objek atau peristiwa berdasarkan persamaan sifat khususnya, sehingga diperoleh kelompok sejenis dari objek atau peristiwa yang dimaksud. Pada kegiatan menggolongkan, dikembangkan kemampuan menghimpun hasil pengamatan dan menyajikan dalam bentuk tabel hasil pengamatan, kemudian memilah hasil pengamatan sesuai sifat khusus yang dimiliki oleh objek atau peristiwa serta menyajikannya dalam tabel klasifikasi atau pengelompokan.

c. Mengukur

Mengukur adalah kegiatan membandingkan benda yang diukur dengan satuan ukuran tertentu yang telah ditetapkan sebelumnya. Kegiatan mengukur memerlukan bantuan alat-alat ukur yang sesuai dengan benda yang diukur. Contoh: mengukur diameter kelereng dengan menggunakan mikrometer sekrup dan mengukur panjang baju dengan meteran gulung.

d. Mengomunikasikan

Mengomunikasikan adalah kegiatan menyampaikan perolehan fakta, konsep, dan prinsip ilmu pengetahuan dalam berbagai bentuk seperti laporan tertulis (tabel, grafik, gambar, atau lainnya), maupun audio, visual, atau audio visual. Contoh: membuat laporan penyelidikan dan mempresentasikan hasil pengamatan.

e. Menginterpretasi Data

Menginterpretasi adalah memberi makna pada data yang diperoleh dari pengamatan karena data tidak berarti apa-apa sebelum diartikan. Contoh: Pada Tabel 1.1 ditunjukkan contoh data pengukuran suhu pada pemanasan 500 cc air selama 15 menit dengan frekuensi pengukuran setiap 3 menit.

Tabel 1.1 Contoh Data Hasil Pengukuran Suhu

No	Frekuensi Pengukuran	Suhu
1	0 menit	28°C
2	3 menit ke-1	42,5°C
3	3 menit ke-2	57°C
4	3 menit ke-3	73°C
5	3 menit ke-4	85,5°C
6	3 menit ke-5	97,5°C (mendidih)

Hasil interpretasi terhadap terjadinya kenaikan suhu selama pemanasan: Sampai pada 3 menit ke-2, kenaikan suhu tiap 3 menit konstan, yaitu 14,5°C. Kenaikan suhu sesudah 3 menit ke-2 tidak teratur lagi. Kemungkinan penyebab tidak konstannya kenaikan suhu adalah faktor pemanasan yang berubah-ubah, sehingga kalor yang diserap air juga tidak konstan. Jumlah kalor dalam suatu zat menentukan suhu zat itu.

f. Memprediksi

Memprediksi ialah menduga sesuatu yang akan terjadi berdasarkan pola-pola peristiwa atau fakta yang sudah terjadi. Prediksi dilakukan dengan cara mengenal kesamaan berdasarkan pengetahuan yang sudah ada, mengenal kebiasaan terjadinya suatu peristiwa berdasarkan pola kecenderungan. Prediksi didasarkan pada observasi dan penarikan kesimpulan mengenai hubungan antara peristiwa-peristiwa yang diobservasi.

g. Menggunakan Alat

Menggunakan alat adalah kegiatan merangkai dan memanfaatkan alat untuk kegiatan percobaan.

h. Melakukan Percobaan

Melakukan percobaan adalah keterampilan untuk melakukan pengujian terhadap ide-ide yang bersumber dari fakta, konsep, dan prinsip ilmu pengetahuan sehingga dapat diperoleh informasi yang menerima atau menolak ide-ide itu. Pada kegiatan melakukan percobaan, biasanya menggunakan keterampilan-keterampilan proses lain.

i. Menyimpulkan

Menyimpulkan adalah keterampilan membuat keputusan tentang keadaan suatu objek berdasarkan fakta, konsep, prinsip yang diketahui. Contoh: Data peranan air terhadap pertumbuhan pada lima pot tanaman kacang tanah memberikan informasi bahwa tanaman kacang tanah pada pot kelima (yang tidak diberi air) ternyata tidak dapat tumbuh baik seperti

pada keempat pot lainnya yang diberi air. Diprediksikan tanaman pada pot kelima akan mati karena tanda-tanda pertumbuhan tidak berlanjut seperti pada empat tanaman lainnya. Dari fakta tersebut menunjukkan tanaman yang diberi air terus tumbuh, sementara yang tidak diberi air akan mati. Jadi dapat disimpulkan bahwa tanaman memerlukan air untuk pertumbuhannya.

2. Keterampilan Proses Terintegrasi

a. Merumuskan Masalah

Merumuskan masalah merupakan proses memfokuskan masalah yang diteliti yang dirumuskan dalam bentuk kalimat pertanyaan. Masalah tersebut dirumuskan sedemikian rupa sehingga dapat dijawab dengan pengamatan dan percobaan.

b. Mengidentifikasi Variabel

Mengidentifikasi variabel merupakan suatu kegiatan menentukan jenis variabel dalam suatu penelitian. Variabel adalah objek penelitian, atau apa yang menjadi titik perhatian suatu penelitian.

c. Mendeskripsikan Hubungan Antarvariabel

Mendeskripsikan hubungan antarvariabel merupakan proses menjelaskan cara penelitian dilaksanakan dan jenis data apa yang harus dikumpulkan.

d. Mengendalikan Variabel

Mengendalikan variabel merupakan kegiatan mengatur variasi atau macam-macam variabel suatu percobaan.

e. Merumuskan Hipotesis

Hipotesis merupakan dugaan atau jawaban sementara dari peneliti terhadap permasalahan penelitian yang telah dirumuskan. Hipotesis dirumuskan berdasarkan hasil kajian teori yang relevan. Jawaban sementara tersebut kemudian diuji kebenarannya melalui percobaan atau penyelidikan.

f. Merancang Penelitian

Merancang penelitian merupakan kegiatan ilmiah yang mencakup beberapa keterampilan proses. Secara berurutan kegiatan merancang penelitian minimal terdiri atas proses-proses IPA: (1) membuat pertanyaan-pertanyaan (merumuskan masalah), (2) merumuskan hipotesis, (3) memilih alat, bahan dan merancang cara kerja percobaan untuk menguji hipotesis, (4) mengumpulkan data, (5) menganalisis data, (6) membuat kesimpulan.

g. Melakukan Percobaan

Keterampilan proses melakukan percobaan dilakukan untuk membangun konsep-konsep, prinsip-prinsip IPA, membangun teori baru, atau menerapkan teori.

h. Memperoleh dan Menyajikan Data

Data yang diperoleh dari percobaan dicatat, disusun secara sistematis, dan disajikan dalam bentuk tabel, grafik, dan/atau gambar sesuai dengan jenis datanya.

i. Menganalisis Data

Data percobaan yang telah disusun, selanjutnya dianalisis sebelum ditarik kesimpulannya. Kegiatan menganalisis data diartikan sebagai menginterpretasi data. Hasil interpretasi data dibandingkan dan diintegrasikan dengan teori yang relevan dengan masalah penyelidikan, dan/ atau dibandingkan dan diintegrasikan dengan temuan penelitian lain yang relevan.

B. Bagaimana Belajar IPA

Belajar merupakan proses pencapaian kompetensi pengetahuan, sikap dan keterampilan. IPA berhubungan dengan cara mencari tahu tentang alam secara sistematis, sehingga belajar IPA bukan hanya belajar tentang kumpulan pengetahuan yang berupa fakta-fakta, konsep-konsep, atau prinsip-prinsip saja tetapi juga merupakan suatu proses penemuan.

Belajar IPA memiliki karakteristik berikut ini (disarikan dari berbagai sumber oleh Zubaidah, dkk, 2013a).

1. Proses belajar IPA melibatkan semua alat indra, seluruh proses berpikir, dan berbagai macam gerakan otot. Contoh: untuk mempelajari pemuaian pada benda, diperlukan serangkaian kegiatan yang melibatkan indra penglihatan untuk mengamati perubahan ukuran benda (panjang, luas, atau volume), melibatkan gerakan otot untuk melakukan pengukuran dengan menggunakan alat ukur yang sesuai dengan benda yang diukur dan cara pengukuran yang benar, agar diperoleh data pengukuran kuantitatif yang akurat.
2. Belajar IPA dilakukan dengan menggunakan berbagai macam cara, misalnya, observasi, eksplorasi, dan eksperimentasi.
3. Belajar IPA memerlukan berbagai macam alat dan bahan, terutama untuk membantu pengamatan. Hal ini dilakukan karena kemampuan alat indra manusia itu sangat terbatas. Selain itu, ada keterbatasan hasil dan proses bila data yang kita peroleh hanya berdasarkan pengamatan dengan

indra. Hal ini akan memberikan hasil yang kurang objektif, sementara itu IPA mengutamakan objektivitas. Contoh: proses untuk mengukur suhu benda diperlukan alat bantu pengukur suhu yaitu termometer.

4. Belajar IPA seringkali melibatkan kegiatan-kegiatan temu ilmiah, studi kepustakaan, mengunjungi suatu objek, dan yang lainnya.
5. Belajar IPA merupakan proses aktif. Belajar IPA merupakan sesuatu yang harus dilakukan peserta didik, bukan sesuatu yang dilakukan untuk peserta didik. Dalam belajar IPA, peserta didik mengamati objek dan peristiwa, mengajukan pertanyaan, memperoleh pengetahuan, menyusun penjelasan tentang gejala alam, menguji penjelasan tersebut dengan cara-cara yang berbeda, dan mengomunikasikan gagasannya pada pihak lain. Keaktifan secara fisik saja tidak cukup untuk belajar IPA, peserta didik juga harus memperoleh pengalaman berpikir melalui kebiasaan berpikir. Keaktifan dalam belajar IPA terletak pada dua segi, yaitu aktif bertindak secara fisik atau *hands-on activity* dan aktif berpikir atau *minds-on activity* (National Research Council, 1996). Keaktifan secara fisik saja tidak cukup, tetapi peserta didik juga harus memperoleh pengalaman berpikir melalui kebiasaan berpikir dalam belajar. Kebiasaan berpikir menurut Marzano, dkk. (1993) merupakan aspek tertinggi dalam dimensi belajar, yang meliputi 1) sikap dan persepsi tentang belajar (*attitudes and perceptions about learning*), 2) perolehan dan pengintegrasian pengetahuan (*acquiring and integrating knowledge*), 3) pengembangan dan seleksi pengetahuan (*extending and refining knowledge*), 4) penggunaan pengetahuan secara bermakna (*using knowledge meaningfully*), dan 5) kebiasaan berpikir (*habits of mind*). Berdasarkan hal tersebut, para ahli pembelajaran IPA menyatakan bahwa pembelajaran IPA seyogianya melibatkan peserta didik dalam berbagai ranah, yaitu ranah kognitif, psikomotorik, dan afektif.

Berdasarkan karakteristik IPA, pembelajaran IPA diarahkan untuk mengajak peserta didik mencari tahu dan berbuat sehingga membantu peserta didik untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang alam sekitar. Pembelajaran IPA melibatkan peserta didik dalam penyelidikan dengan bimbingan guru. Pembelajaran IPA berorientasi inkuiri, dengan interaksi antara peserta didik dengan guru dan peserta didik lainnya. Peserta didik mengaitkan pengetahuan yang dipelajari dengan pengetahuan yang dimilikinya, menerapkan konsep IPA yang dipelajari dengan mengajukan pertanyaan, peserta didik memecahkan permasalahan dengan menggunakan pengetahuan yang dimilikinya, merencanakan dan membuat keputusan, melakukan kegiatan diskusi kelompok, dan memperoleh penilaian yang transparan, Pembelajaran IPA yang berpusat pada peserta didik dan menekankan pentingnya belajar aktif berarti mengubah persepsi tentang guru yang selalu memberikan informasi dan menjadi sumber pengetahuan bagi peserta didik (National Research Council, 1996).

Pembelajaran IPA di sekolah hendaknya menekankan pada pemberian pengalaman belajar secara langsung melalui penggunaan dan pengembangan keterampilan proses serta sikap ilmiah, untuk mengembangkan kompetensi. Pembelajaran IPA sebaiknya dilaksanakan melalui metode ilmiah untuk menumbuhkan kemampuan berpikir, bekerja dan bersikap ilmiah serta mengomunikasikannya sebagai aspek penting kecakapan hidup. Di antara sikap ilmiah yang dapat dikembangkan melalui pembelajaran IPA adalah berikut ini.

1. Objektif terhadap fakta. Objektif artinya menyatakan segala sesuatu sesuai fakta, tidak dicampuri oleh perasaan senang atau tidak senang.
2. Tidak tergesa-gesa mengambil kesimpulan bila belum cukup data yang mendukung kesimpulan itu.
3. Berhati terbuka artinya bersedia menerima pandangan atau gagasan orang lain, walaupun gagasan tersebut bertentangan dengan penemuannya sendiri. Sementara itu, jika gagasan orang lain memiliki cukup data yang mendukung gagasan tersebut maka ilmuwan tersebut tidak ragu menolak temuannya sendiri.
4. Tidak mencampur-adukkan fakta dengan pendapat tanpa landasan kuat.
5. Bersikap hati-hati. Sikap hati-hati ini ditunjukkan oleh ilmuwan dalam bentuk cara kerja yang didasarkan pada sikap penuh pertimbangan, tidak ceroboh, selalu bekerja sesuai prosedur yang telah ditetapkan, termasuk di dalamnya sikap tidak cepat mengambil kesimpulan. Pengambilan kesimpulan dilakukan dengan penuh kehati-hatian berdasarkan fakta-fakta pendukung yang benar-benar akurat.
6. Sikap ingin menyelidiki atau keingintahuan (*curiosity*) yang tinggi. Bagi seorang ilmuwan hal yang dianggap biasa oleh orang pada umumnya, hal itu merupakan hal penting dan layak untuk diselidiki. Sebagai contoh, orang menganggap hal yang biasa ketika melihat benda-benda jatuh, tetapi tidak biasa bagi seorang Isaac Newton pada waktu itu. Newton berpikir keras mengapa buah apel jatuh ketika dia sedang duduk istirahat di bawah pohon tersebut. Pemikiran ini ditindaklanjuti dengan menyelidiki selama bertahun-tahun sehingga ditemukan hukum gravitasi.

Berdasarkan karakteristik belajar dan pembelajaran IPA seperti yang telah dijelaskan, pembelajaran IPA di sekolah diharapkan dapat menjadi wahana bagi peserta didik untuk mempelajari diri sendiri dan alam sekitar, dan prospek pengembangan lebih lanjut dalam menerapkannya di dalam kehidupan sehari-hari. Cakupan IPA yang dipelajari di sekolah tidak hanya berupa kumpulan fakta tetapi juga proses perolehan fakta yang didasarkan pada kemampuan menggunakan pengetahuan dasar IPA untuk memprediksi atau menjelaskan berbagai fenomena yang berbeda dalam kehidupan sehari-hari.

Keterkaitan IPA dengan permasalahan yang ada dalam kehidupan sehari-hari, akan mempermudah peserta didik untuk mempelajari konsep-konsep atau prinsip-prinsip IPA, dan berdampak positif karena peserta didik semakin memahami permasalahan IPA dalam kehidupan sehari-hari. Pada saatnya kelak, hal demikian akan sangat membantu peserta didik untuk mempermudah mempelajari konsep-konsep atau prinsip-prinsip IPA yang lebih tinggi. Pemahaman IPA yang memadai akan membantu peserta didik mampu memecahkan permasalahannya yang berkaitan dengan IPA dalam kehidupan sehari-hari serta mampu melakukan langkah-langkah pengembangan lebih lanjut untuk kepentingan hidupnya. Dengan kata lain, kerangka belajar IPA, dapat dijadikan landasan berpikir bagi peserta didik dalam mengatasi permasalahan yang dapat ditemukan dalam kehidupan sehari-hari.

C. Proses Pembelajaran IPA

Pembelajaran adalah proses interaksi peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar. Pembelajaran IPA diharapkan dapat menjadi wahana bagi peserta didik untuk mempelajari diri sendiri dan alam sekitar, serta prospek pengembangan lebih lanjut dalam menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari. Proses pembelajaran IPA sebaiknya dilaksanakan secara inkuiri ilmiah (*scientific inquiry*) untuk menumbuhkan kemampuan berpikir, bekerja dan bersikap ilmiah serta mengomunikasikannya sebagai aspek penting kecakapan hidup. Oleh karena itu, pembelajaran IPA di sekolah sebaiknya ditekankan pada pemberian pengalaman belajar secara langsung melalui penggunaan dan pengembangan keterampilan proses dan sikap ilmiah.

Pembelajaran diarahkan untuk memfasilitasi pencapaian kompetensi yang telah dirancang dalam dokumen kurikulum agar setiap individu mampu menjadi pembelajar mandiri sepanjang hayat dan pada gilirannya mereka menjadi komponen penting untuk mewujudkan masyarakat belajar. Kualitas lain yang dikembangkan kurikulum dan harus terealisasikan dalam proses pembelajaran antara lain kreativitas, kemandirian, kerja sama, solidaritas, kepemimpinan, empati, toleransi, dan kecakapan hidup peserta didik guna membentuk watak.

Untuk mencapai kualitas yang telah dirancang dalam dokumen kurikulum, kegiatan pembelajaran perlu menggunakan prinsip yang: (1) berpusat pada peserta didik, (2) mengembangkan kreativitas peserta didik, (3) menciptakan kondisi menyenangkan dan menantang, (4) bermuatan nilai, etika, estetika, logika, dan kinestetika, dan (5) menyediakan pengalaman belajar yang beragam melalui penerapan berbagai strategi dan metode pembelajaran yang menyenangkan, kontekstual, efektif, efisien, dan bermakna. Di dalam pembelajaran, peserta didik didorong untuk menemukan informasi,

mengecek informasi baru, mengaitkan informasi baru dengan pengetahuan yang sudah ada dalam ingatannya, dan melakukan pengembangan menjadi informasi atau kemampuan yang sesuai dengan lingkungan, tempat dan waktu ia hidup.

Kurikulum 2013 menganut pandangan dasar bahwa pengetahuan tidak dapat dipindahkan begitu saja dari guru ke peserta didik. Peserta didik adalah subjek yang memiliki kemampuan untuk aktif mencari, mengolah, mengonstruksi, dan menggunakan pengetahuan. Hal ini menyebabkan pembelajaran harus berkenaan dengan pemberian kesempatan kepada peserta didik untuk mengonstruksi pengetahuan dalam proses kognitifnya. Agar benar-benar memahami dan dapat menerapkan pengetahuan, peserta didik perlu didorong untuk bekerja memecahkan masalah, menemukan segala sesuatu untuk dirinya, dan berupaya keras mewujudkan ide-idenya. Guru memberikan kemudahan untuk proses tersebut, dengan mengembangkan suasana belajar yang memberi kesempatan peserta didik untuk menemukan, menerapkan ide-ide mereka sendiri, menjadi sadar dan secara sadar menggunakan strategi mereka sendiri untuk belajar. Guru mengembangkan kesempatan belajar kepada peserta didik untuk meniti anak tangga yang membawa peserta didik ke pemahaman yang lebih tinggi, yang semula dilakukan dengan bantuan guru tetapi semakin lama semakin mandiri. Pemahaman pembelajaran bergeser dari "diberi tahu" menjadi "aktif mencari tahu".

Kurikulum 2013 mengembangkan dua proses pembelajaran yaitu proses pembelajaran langsung dan proses pembelajaran tidak langsung. Pembelajaran langsung adalah proses pendidikan di mana peserta didik mengembangkan pengetahuan, kemampuan berpikir, dan keterampilan psikomotorik melalui interaksi langsung dengan sumber belajar yang dirancang dalam silabus dan rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) berupa kegiatan-kegiatan pembelajaran. Dalam pembelajaran langsung tersebut peserta didik melakukan kegiatan belajar mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengasosiasi atau menganalisis, dan mengomunikasikan apa yang sudah ditemukannya dalam kegiatan analisis. Proses pembelajaran langsung menghasilkan pengetahuan dan keterampilan langsung, yang disebut dengan *instructional effect*.

Pembelajaran langsung dan pembelajaran tidak langsung terjadi secara terintegrasi dan tidak terpisah. Pembelajaran langsung berkenaan dengan KD dari pengetahuan dan keterampilan. Keduanya, dikembangkan secara bersamaan dalam suatu proses pembelajaran dan menjadi wahana untuk mengembangkan sikap. Pembelajaran langsung dan tidak langsung berkaitan dengan pendekatan pembelajaran yang digunakan. Pada Kurikulum 2013, pendekatan yang direkomendasikan adalah pendekatan ilmiah (*scientific*

approach). Peserta didik diajak untuk melakukan kegiatan belajar dengan menggunakan berbagai keterampilan proses ilmiah dengan prosedur metode ilmiah yang sesuai dengan perkembangan peserta didik.

Proses pembelajaran dengan menggunakan pendekatan ilmiah, terdiri atas lima pengalaman belajar, yaitu mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengasosiasi, dan mengomunikasikan. Secara rinci deskripsi kegiatan dan bentuk hasil belajar pendekatan saintifik disajikan pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Keterkaitan antara Langkah Pembelajaran dengan Deskripsi Kegiatan dan Bentuk Hasil Belajar (Lampiran Permendikbud No 103 Tahun 2016)

Langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Bentuk Hasil Belajar
Mengamati (*observing*)	Mengamati dengan indra (membaca, mendengar, menyimak, melihat, menonton, dan sebagainya) dengan atau tanpa alat	Perhatian pada waktu mengamati suatu objek/ membaca suatu tulisan/ mendengar suatu penjelasan, catatan yang dibuat tentang yang diamati, kesabaran, waktu (*on task*) yang digunakan untuk mengamati
Menanya (*questioning*)	Membuat dan mengajukan pertanyaan, tanya jawab, berdiskusi tentang informasi yang belum dipahami, informasi tambahan yang ingin diketahui, atau sebagai klarifikasi	Jenis, kualitas, dan jumlah pertanyaan yang diajukan peserta didik (pertanyaan faktual, konseptual, prosedural, dan hipotetik)
Mengumpulkan informasi/mencoba (*experimenting*)	Mengeksplorasi, mencoba, berdiskusi, mendemonstrasikan, meniru bentuk/ gerak, melakukan eksperimen, membaca sumber lain selain buku teks, mengumpulkan data dari narasumber melalui angket, wawancara, dan memodifikasi/ menambahi/ mengembangkan	Jumlah dan kualitas sumber yang dikaji/digunakan, kelengkapan informasi, validitas informasi yang dikumpulkan, dan instrumen/ alat yang digunakan untuk mengumpulkan data

Langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Bentuk Hasil Belajar
Menalar/ Mengasosiasi (*associating*)	Mengolah informasi yang sudah dikumpulkan, menganalisis data dalam bentuk membuat kategori, mengasosiasi atau menghubungkan fenomena/informasi yang terkait dalam rangka menemukan suatu pola, dan menyimpulkan	Mengembangkan interpretasi, argumentasi dan kesimpulan mengenai keterkaitan informasi dari dua fakta/konsep, interpretasi argumentasi dan kesimpulan mengenai keterkaitan lebih dari dua fakta/ konsep/teori, menyintesis dan argumentasi serta kesimpulan keterkaitan antarberbagai jenis fakta/konsep/teori/pendapat
		Mengembangkan interpretasi, struktur baru, argumentasi, dan kesimpulan yang menunjukkan hubungan fakta/konsep/teori dari dua sumber atau lebih yang tidak bertentangan; mengembangkan interpretasi, struktur baru, argumentasi dan kesimpulan dari konsep/teori/ pendapat yang berbeda dari berbagai jenis sumber
Mengomunikasikan (*communicating*)	Menyajikan laporan dalam bentuk bagan, diagram, atau grafik; menyusun laporan tertulis; dan menyajikan laporan meliputi proses, hasil, dan kesimpulan secara lisan	Menyajikan hasil kajian (dari mengamati sampai menalar) dalam bentuk tulisan, grafis, media elektronik, multi media dan lain-lain

*) Dapat disesuaikan dengan kekhasan masing-masing mata pelajaran.

Berikut ini adalah contoh aplikasi dari kelima kegiatan belajar (*learning event*) yang diuraikan dalam Tabel 1.2 yang diambil dari Pedoman Pelaksanaan Pembelajaran.

1. Mengamati

Pada kegiatan mengamati, guru membuka kesempatan secara luas kepada peserta didik untuk melakukan pengamatan melalui kegiatan: melihat, menyimak, mendengar, membaca, meraba, membaui (mencium), merasakan dengan menggunakan panca indra. Guru memfasilitasi peserta didik untuk melakukan pengamatan, melatih mereka untuk memerhatikan (melihat, membaca, mendengar) hal yang penting dari suatu benda atau objek.

2. Menanya

Selama kegiatan mengamati dan dalam kegiatan menanya, guru membuka kesempatan secara luas kepada peserta didik untuk mengajukan pertanyaan mengenai apa yang diperolehnya selama mengamati. Guru perlu membimbing peserta didik untuk dapat mengajukan pertanyaan tentang hasil pengamatan objek yang berkenaan dengan fakta, konsep, prosedur, atau hal lain yang lebih abstrak. Pertanyaan tersebut dapat bersifat faktual sampai kepada pertanyaan yang bersifat hipotetik. Dari situasi di mana peserta didik dilatih menggunakan pertanyaan dari guru (masih memerlukan bantuan guru untuk mengajukan pertanyaan) sampai ke tingkat di mana peserta didik mampu mengajukan pertanyaan secara mandiri. Kegiatan bertanya dilatihkan untuk mengembangkan rasa ingin tahu peserta didik. Semakin terlatih dalam bertanya, rasa ingin tahu semakin dapat dikembangkan. Pertanyaan tersebut menjadi dasar untuk mencari informasi yang lebih lanjut dan beragam dari berbagai sumber.

3. Mengumpulkan dan Mengasosiasikan informasi

Tindak lanjut dari bertanya adalah menggali dan mengumpulkan informasi dari berbagai sumber melalui berbagai cara. Peserta didik dapat membaca buku yang lebih banyak, memerhatikan fenomena atau objek yang lebih teliti, atau bahkan melakukan eksperimen. Dari kegiatan tersebut terkumpul sejumlah informasi untuk kegiatan berikutnya yaitu memproses informasi untuk menemukan keterkaitan satu informasi dengan informasi lainnya, menemukan pola dari keterkaitan informasi dan bahkan mengambil berbagai kesimpulan dari pola yang ditemukan.

4. Menalar

Pada tahap menalar, peserta didik mengolah informasi yang sudah dikumpulkan, menganalisis data dalam bentuk kegiatan membuat kategori, menghubungkan informasi yang berkaitan dalam rangka menemukan suatu pola, dan menyimpulkan berdasarkan data yang diperoleh dari kegiatan sebelumnya. Peserta didik diajak berpikir untuk mengembangkan interpretasi, argumentasi dan kesimpulan mengenai keterkaitan informasi dari beberapa fakta atau konsep, dan keterkaitan antarberbagai jenis fakta atau konsep.

5. Mengomunikasikan Hasil

Kegiatan berikutnya adalah menuliskan atau menceritakan apa yang ditemukan dalam kegiatan mencari informasi, mengasosiasikan dan menemukan pola. Hasil tersebut dikemukakan di kelas dan dinilai oleh guru sebagai hasil belajar peserta didik atau kelompok peserta didik.

Tahap pelaksanaan pembelajaran IPA hendaknya mengikuti Pedoman Pelaksanaan pembelajaran yang telah diatur dalam Permendikbud No 22 Tahun 2016 tentang Pembelajaran pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah. Tahap pelaksanaan pembelajaran meliputi:

a. Kegiatan Pendahuluan

Dalam kegiatan pendahuluan, guru:

1. mengondisikan suasana belajar yang menyenangkan;
2. mendiskusikan kompetensi yang sudah dipelajari dan dikembangkan sebelumnya berkaitan dengan kompetensi yang akan dipelajari dan dikembangkan;
3. menyampaikan kompetensi yang akan dicapai dan manfaatnya dalam kehidupan sehari-hari;
4. menyampaikan garis besar cakupan materi dan kegiatan yang akan dilakukan; dan
5. menyampaikan lingkup dan teknik penilaian yang akan digunakan.

b. Kegiatan Inti

Kegiatan inti merupakan proses pembelajaran untuk mencapai kompetensi, yang dilakukan secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, memotivasi peserta didik untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat, dan perkembangan fisik serta psikologis peserta didik. Kegiatan inti menggunakan pendekatan saintifik yang disesuaikan dengan karakteristik mata pelajaran dan peserta didik. Guru memfasilitasi peserta didik untuk melakukan proses mengamati, menanya, mengumpulkan informasi/mencoba, menalar/mengasosiasi, dan mengomunikasikan. Dalam setiap kegiatan guru harus memerhatikan perkembangan sikap peserta didik antara lain mensyukuri karunia Tuhan, jujur, teliti, kerja sama, toleransi, disiplin, taat aturan, menghargai pendapat orang lain yang tercantum dalam silabus dan RPP.

c. Kegiatan Penutup

Kegiatan penutup terdiri atas:

1. Kegiatan guru bersama peserta didik, yaitu: (a) membuat rangkuman/ simpulan pelajaran; (b) melakukan refleksi terhadap kegiatan yang sudah dilaksanakan; dan (c) memberikan umpan balik terhadap proses dan hasil pembelajaran.
2. Kegiatan guru yaitu: (a) melakukan penilaian; (b) merencanakan kegiatan tindak lanjut dalam bentuk pembelajaran remedi, program pengayaan, layanan konseling dan/atau memberikan tugas baik tugas individual maupun kelompok sesuai dengan hasil belajar peserta didik; dan (c) menyampaikan rencana pembelajaran pada pertemuan berikutnya.

2 Penilaian Pembelajaran IPA, Tindak Lanjut Penilaian, dan Interaksi dengan Orangtua

Penilaian merupakan aspek penting dalam pembelajaran. Penilaian merupakan serangkaian kegiatan untuk memperoleh, menganalisis, dan menafsirkan data tentang proses dan hasil belajar peserta didik yang dilakukan secara sistematis dan berkesinambungan, sehingga menjadi informasi yang bermakna dalam pengambilan keputusan. Aspek penilaian menjadi salah satu tolok ukur keberhasilan belajar peserta didik.

Berdasarkan Permendikbud No. 53 Tahun 2015, penilaian hasil belajar peserta didik dilakukan oleh pendidik dan satuan pendidikan. Penilaian hasil belajar oleh pendidik adalah proses pengumpulan informasi/data tentang capaian pembelajaran peserta didik dalam aspek sikap, aspek pengetahuan, dan aspek keterampilan yang dilakukan secara terencana dan sistematis yang dilakukan untuk memantau proses, kemajuan belajar, dan perbaikan hasil belajar melalui penugasan dan evaluasi hasil belajar. Penilaian hasil belajar oleh pendidik berfungsi untuk memantau kemajuan belajar, memantau hasil belajar, dan mendeteksi perbaikan hasil belajar peserta didik secara berkesinambungan. Secara rinci, penilaian hasil belajar oleh pendidik bertujuan untuk: a) mengetahui tingkat penguasaan kompetensi; b) menetapkan ketuntasan penguasaan kompetensi; c) menetapkan program perbaikan atau pengayaan berdasarkan tingkat penguasaan kompetensi; dan d) memperbaiki proses pembelajaran.

Penilaian dalam Kurikulum 2013 mencakup aspek sikap, pengetahuan, dan keterampilan. Penilaian dilakukan terhadap penguasaan tingkat kompetensi sebagai capaian pembelajaran. Dalam pelaksanaannya, penilaian hasil belajar menggunakan berbagai instrumen penilaian berupa tes, pengamatan, penugasan perseorangan atau kelompok, dan bentuk lain yang sesuai dengan karakteristik kompetensi dan tingkat perkembangan peserta didik.

Penilaian aspek sikap dilakukan melalui observasi/pengamatan sebagai sumber informasi utama dan dalam pelaporannya menjadi tanggung jawab wali kelas. Hasil penilaian pencapaian sikap oleh pendidik disampaikan dalam bentuk deskripsi atau predikat. Penilaian aspek pengetahuan dilakukan melalui tes tertulis, tes lisan, dan penugasan sesuai dengan kompetensi yang dinilai. Penilaian keterampilan dilakukan melalui praktikum, produk, proyek,

portofolio dan/atau teknik lain sesuai dengan kompetensi yang dinilai. Hasil penilaian pencapaian pengetahuan dan keterampilan oleh pendidik disampaikan dalam bentuk angka dan/atau deskripsi.

Berdasarkan panduan penilaian untuk SMP (Kemdikbud, 2015), ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam melaksanakan penilaian.

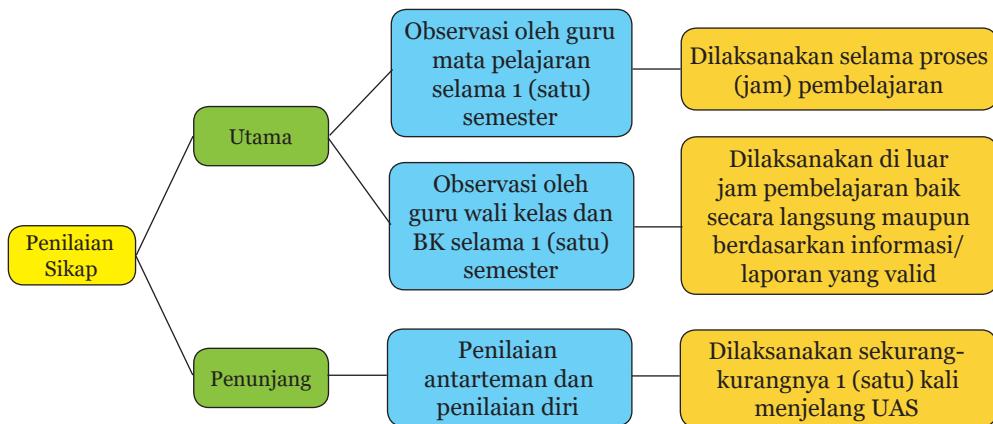
a. Penilaian diarahkan untuk mengukur pencapaian Kompetensi Dasar (KD).
b. Penilaian menggunakan acuan kriteria, yaitu penilaian yang dilakukan dengan membandingkan capaian peserta didik dengan kriteria kompetensi yang ditetapkan. Hasil penilaian baik yang formatif maupun sumatif seorang peserta didik tidak dibandingkan dengan skor peserta didik lainnya namun dibandingkan dengan penguasaan kompetensi yang dipersyaratkan.
c. Penilaian dilakukan secara terencana dan berkelanjutan. Artinya semua indikator diukur, kemudian hasilnya dianalisis untuk menentukan kompetensi dasar (KD) yang telah dikuasai dan yang belum, serta untuk mengetahui kesulitan belajar peserta didik.
d. Hasil penilaian dianalisis untuk menentukan tindak lanjut, berupa program peningkatan kualitas pembelajaran, program remedial bagi peserta didik yang pencapaian kompetensinya di bawah Ketuntasan Belajar Minimal (KBM) atau Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM), dan program pengayaan bagi peserta didik yang telah memenuhi KBM/KKM. Hasil penilaian juga digunakan sebagai umpan balik bagi orangtua/wali peserta didik dalam rangka meningkatkan kompetensi peserta didik.

Uraian berikut tentang pengertian dan teknik-teknik penilaian sikap, pengetahuan, dan keterampilan yang diintisarikan dari Panduan Penilaian untuk SMP yang diterbitkan Kemdikbud (2015).

A. Penilaian Sikap

Sikap merupakan kecenderungan untuk membuat pilihan atau keputusan dalam bertindak (Mueller, 1992). Sikap bermula dari perasaan yang terkait dengan kecenderungan seseorang dalam merespons sesuatu/objek. Sikap juga sebagai ekspresi dari nilai-nilai atau pandangan hidup yang dimiliki oleh seseorang. Sikap dapat dibentuk sehingga terjadi perilaku atau tindakan yang diinginkan (Kemdikbud, 2013). Sikap diekspresikan sebagai tindakan misalnya, (1) mau menerima atau tidak, (2) memengaruhi atau melawan, (3) perasaan suka atau tidak suka, atau (4) pandangan positif atau negatif, (5) tindakan yang diterima oleh umum atau tidak.

Penilaian sikap dilakukan untuk mengembangkan karakter peserta didik. Penilaian sikap dilakukan dengan menggunakan teknik observasi oleh guru mata pelajaran (selama proses pembelajaran pada jam pelajaran), guru

bimbingan konseling (BK), dan wali kelas (selama peserta didik di luar jam pelajaran) yang ditulis dalam buku jurnal (yang selanjutnya disebut jurnal). Jurnal berisi catatan anekdot (*anecdotal record*), catatan kejadian tertentu (*incidental record*), dan informasi lain yang valid dan relevan. Jurnal tidak hanya didasarkan pada apa yang dilihat langsung oleh guru, wali kelas, dan guru BK, tetapi juga informasi lain yang relevan dan valid yang diterima dari berbagai sumber. Selain itu, penilaian diri dan penilaian antarteman dapat dilakukan dalam rangka pembinaan dan pembentukan karakter peserta didik, yang hasilnya dapat dijadikan sebagai salah satu data konfirmasi dari hasil penilaian sikap oleh pendidik. Skema penilaian sikap dapat dilihat pada Gambar 2.1.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.1 Skema Penilaian Sikap

Instrumen yang digunakan dalam observasi berupa lembar observasi atau jurnal. Lembar observasi atau jurnal tersebut berisi kolom catatan perilaku yang diisi oleh guru berdasarkan pengamatan dari perilaku peserta didik yang muncul secara alami selama satu semester. Perilaku peserta didik yang dicatat di dalam jurnal pada dasarnya adalah perilaku yang sangat baik dan/atau kurang baik yang berkaitan dengan indikator dari sikap spiritual dan sikap sosial. Setiap catatan memuat deskripsi perilaku yang dilengkapi dengan waktu dan tempat teramatinya perilaku tersebut. Catatan tersebut disusun berdasarkan waktu kejadian.

Apabila seorang peserta didik pernah memiliki catatan sikap yang kurang baik, jika pada kesempatan lain peserta didik tersebut telah menunjukkan perkembangan sikap (menuju atau konsisten) baik pada aspek atau indikator sikap yang dimaksud, maka di dalam jurnal harus ditulis bahwa sikap peserta didik tersebut telah (menuju atau konsisten) baik atau bahkan sangat baik. Dengan demikian, yang dicatat dalam jurnal tidak terbatas pada sikap kurang baik dan sangat baik, tetapi juga setiap perkembangan sikap menuju sikap yang diharapkan.

Berdasarkan kumpulan catatan tersebut guru membuat deskripsi penilaian sikap untuk satu semester. Berikut ini contoh lembar observasi selama satu semester. Sekolah/guru dapat menggunakan lembar observasi dengan format lain, misalnya dengan menambahkan kolom saran tindak lanjut.

Berikut adalah beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam melaksanakan penilaian (mengikuti perkembangan) sikap dengan teknik observasi.

a. Jurnal penilaian (perkembangan) sikap ditulis oleh wali kelas, guru mata pelajaran, dan guru BK selama periode satu semester;
b. Bagi wali kelas, 1 (satu) jurnal digunakan untuk satu kelas yang menjadi tanggung-jawabnya; bagi guru mata pelajaran 1 (satu) jurnal digunakan untuk setiap kelas yang diajarnya; bagi guru BK 1 (satu) jurnal digunakan untuk setiap kelas di bawah bimbingannya;
c. Perkembangan sikap spiritual dan sikap sosial peserta didik dapat dicatat dalam satu jurnal atau dalam 2 (dua) jurnal yang terpisah;
d. Peserta didik yang dicatat dalam jurnal pada dasarnya adalah mereka yang menunjukkan perilaku yang sangat baik atau kurang baik secara alami (peserta didik-peserta didik yang menunjukkan sikap baik tidak harus dicatat dalam jurnal);
e. Perilaku sangat baik atau kurang baik yang dicatat dalam jurnal tersebut tidak terbatas pada butir-butir nilai sikap (perilaku) yang hendak ditanamkan melalui pembelajaran yang saat itu sedang berlangsung sebagaimana dirancang dalam RPP, tetapi juga butir-butir nilai sikap lainnya yang ditumbuhkan dalam semester itu selama sikap tersebut ditunjukkan oleh peserta didik melalui perilakunya secara alami;
f. Wali kelas, guru mata pelajaran, dan guru BK mencatat (perkembangan) sikap peserta didik segera setelah mereka menyaksikan dan/atau memperoleh informasi terpercaya mengenai perilaku peserta didik sangat baik/kurang baik yang ditunjukkan peserta didik secara alami;
g. Apabila peserta didik tertentu PERNAH menunjukkan sikap kurang baik, ketika yang bersangkutan telah (mulai) menunjukkan sikap yang baik (sesuai harapan), sikap yang (mulai) baik tersebut harus dicatat dalam jurnal;
h. Pada akhir semester, guru mata pelajaran meringkas perkembangan sikap spiritual dan sikap sosial setiap peserta didik dan menyerahkan ringkasan tersebut kepada wali kelas untuk diolah lebih lanjut.

Berikut contoh jurnal penilaian (perkembangan) sikap spiritual dan sikap sosial yang disajikan dalam satu tabel. Jurnal sikap spiritual dan sikap sosial juga dapat disajikan pada tabel terpisah, jurnal penilaian (perkembangan) sikap spiritual saja atau jurnal penilaian (perkembangan) sikap sosial saja.

Tabel 2.1 Contoh Jurnal Perkembangan Sikap Spiritual dan Sikap Sosial

Nama Sekolah : SMP Jaya Bangsaku
Kelas/Semester : VIII/Semester I
Tahun Pelajaran : 2016/2017
Mata Pelajaran : Ilmu Pengetahuan Alam

No	Tanggal	Nama Peserta Didik	Catatan Perilaku	Butir Sikap	Keterangan
1	04/01/16	Beni	Memungut sampah yang berserakan di dalam kelas	Kebersihan	Sikap sosial
			Terlambat masuk kelas/mengikuti pelajaran	Kedisiplinan	Sikap sosial
			Mengganggu teman yang sedang berdoa sebelum pelajaran dimulai	Ketakwaan	Sikap spiritual
2	04/01/16	Edo	Berbohong ketika ditanya alasan tidak masuk sekolah di ruang guru	Kejujuran	Sikap sosial

B. Penilaian Pengetahuan

Penilaian kompetensi pengetahuan dilakukan untuk mengetahui potensi intelektual yang terdiri atas kemampuan mengingat, memahami, menerapkan, menganalisis, mengevaluasi, dan mengkreasi (Anderson & Krathwohl, 2001). Seorang pendidik perlu melakukan penilaian untuk mengetahui pencapaian kompetensi pengetahuan peserta didik. Kegiatan penilaian pengetahuan tersebut dapat digunakan sebagai pemetaan kesulitan belajar peserta didik dan perbaikan proses pembelajaran.

Kompetensi Inti yang harus dimiliki oleh peserta didik SMP/MTs pada dimensi pengetahuan adalah memahami pengetahuan (faktual, konseptual, dan prosedural) berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, dan budaya terkait fenomena dan kejadian tampak mata. Berikut penjelasan tentang dimensi pengetahuan dalam pembelajaran IPA.

1. Pengetahuan Faktual

Bagaimana kita tahu bahwa air yang dididihkan pada tekanan udara 1 Atm akan mencapai suhu 100°C? Apakah pengetahuan itu diperoleh dari praktik mendidihkan air? Pengetahuan bahwa air mendidih pada tekanan

1 Atm akan mencapai suhu 100°C diperoleh jika kita mempraktikkannya secara langsung. Pengetahuan yang diperoleh melalui kegiatan praktik tersebut berupa fakta dan pengetahuan itu disebut pengetahuan faktual. Pengetahuan faktual merupakan unsur-unsur dasar (*basic element*) yang harus dipahami peserta didik dari suatu disiplin ilmu. Pengetahuan faktual meliputi 1) pengetahuan terhadap istilah, misal simbol-simbol dan istilah-istilah ilmiah; dan 2) pengetahuan terhadap unsur-unsur yang spesifik, misal sumber-sumber alam, sumber informasi, atau fakta-fakta yang bersifat praktis (Anderson & Krathwohl, 2001).

2. Pengetahuan Konseptual

Berdasarkan pengalaman kita, apa yang terjadi jika besi, perunggu, baja, lilin, batang plastik, dan kayu dipanaskan dalam rentang waktu tertentu? Jika kita mengklasifikasinya, ada beberapa benda yang akan memuai dan sisanya tidak memuai. Besi, perunggu, dan baja termasuk benda yang akan memuai jika dipanaskan, sedangkan lilin, batang plastik, dan kayu termasuk benda yang tidak memuai. Besi, perunggu, dan baja merupakan jenis-jenis logam, sehingga dapat disimpulkan bahwa logam akan memuai jika dipanaskan dalam rentang waktu tertentu. Pernyataan ini disebut konsep dan termasuk pada pengetahuan konseptual.

Pengetahuan konseptual merupakan pengetahuan yang lebih kompleks dan diorganisasi dari beberapa pengetahuan faktual. Pengetahuan konseptual menyatakan hubungan antara pengetahuan faktual berupa unsur-unsur dasar dengan struktur keilmuan yang lebih besar sehingga memungkinkan terjadinya pengetahuan baru (Anderson & Krathwohl, 2001). Pengetahuan konseptual meliputi 1) pengetahuan tentang klasifikasi dan kategori, misal pengelompokan benda yang bersifat magnet dan bukan magnet; 2) pengetahuan tentang prinsip dan generalisasi, misal prinsip pesawat sederhana dan hukum Newton; dan 3) pengetahuan tentang teori, model dan struktur, misal teori evolusi dan teori atom, model lapisan tanah, struktur tubuh hewan dan tumbuhan.

3. Pengetahuan Prosedural

Perhatikan pertanyaan berikut. Jelaskan cara menjernihkan air kotor! Kita dapat menjawab pertanyaan tersebut dengan detail jika kita pernah melakukan praktik penjernihan air kotor. Jika Anda hanya menghafal urutannya tanpa pernah mempraktikkannya, ada kemungkinan jawabannya salah. Pengetahuan yang Anda peroleh merupakan urutan tertentu yang disebut pengetahuan prosedural.

Pengetahuan prosedural merupakan pengetahuan tentang cara melakukan sesuatu yang dapat berupa kegiatan atau prosedur. Perolehan

pengetahuan prosedural dilakukan melalui suatu metode penyelidikan dengan menggunakan keterampilan-keterampilan, teknik dan metode serta kriteria tertentu. Pengetahuan prosedural meliputi: (a) pengetahuan tentang keterampilan dan algoritma, misal keterampilan proses IPA dan langkah-langkah dan melakukan penyelidikan (*inquiry*), (b) pengetahuan tentang teknik dan metode, misal metode penelitian, metode evaluasi, dan teknik pemecahan masalah; (c) pengetahuan tentang kriteria yang digunakan untuk menunjukkan suatu kegiatan atau prosedur dengan mempertimbangkan "*when to do what*", misal kriteria untuk menunjukkan prosedur statistik yang menggunakan pengumpulan data dalam eksperimen (Anderson & Krathwohl, 2001).

Penilaian pengetahuan adalah penilaian yang dilakukan untuk mengetahui penguasaan peserta didik yang meliputi pengetahuan faktual, konseptual, maupun prosedural serta kecakapan berpikir tingkat rendah hingga tinggi. Penilaian pengetahuan dilakukan dengan berbagai teknik penilaian. Guru memilih teknik penilaian yang sesuai dengan karakteristik kompetensi yang akan dinilai. Penilaian dimulai dengan perencanaan yang dilakukan pada saat menyusun rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP).

Penilaian pengetahuan dilakukan untuk mengetahui pencapaian peserta didik terhadap KBM/KKM serta mengidentifikasi kelemahan dan kekuatan penguasaan pengetahuan peserta didik dalam proses pembelajaran (*diagnostic*). Hasil penilaian digunakan memberi umpan balik (*feedback*) kepada peserta didik dan guru untuk perbaikan mutu pembelajaran. Hasil penilaian pengetahuan yang dilakukan selama dan setelah proses pembelajaran dinyatakan dalam bentuk angka dengan rentang 0-100.

Berbagai teknik penilaian pengetahuan dapat digunakan sesuai dengan karakteristik masing-masing Kompetensi Dasar (KD). Teknik yang biasa digunakan antara lain tes tertulis, tes lisan, penugasan, dan portofolio. Teknik-teknik penilaian pengetahuan yang biasa digunakan disajikan dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Teknik Penilaian Pengetahuan

Teknik	Bentuk Instrumen	Tujuan
Tes Tertulis	Benar-salah, menjodohkan, pilihan ganda, isian/ melengkapi, uraian	Mengetahui penguasaan pengetahuan peserta didik untuk perbaikan proses pembelajaran dan/atau pengambilan nilai
Tes Lisan	Tanya jawab	Mengecek pemahaman peserta didik untuk perbaikan proses pembelajaran

Teknik	Bentuk Instrumen	Tujuan
Penugasan	Tugas yang dilakukan secara individu maupun kelompok	Memfasilitasi penguasaan pengetahuan (bila diberikan selama proses pembelajaran) atau mengetahui penguasaan pengetahuan (bila diberikan pada akhir pembelajaran)
Portofolio	Sampel pekerjaan peserta didik terbaik yang diperoleh dari penugasan dan tes tertulis	Sebagai (sebagian) bahan guru mendeskripsikan capaian pengetahuan di akhir semester

Berikut contoh penilaian pengetahuan yang dapat digunakan dalam pembelajaran IPA.

a. Tes Tertulis

Tes tertulis adalah tes yang soal dan jawaban disajikan secara tertulis berupa pilihan ganda, isian, benar-salah, menjodohkan, dan uraian. Instrumen tes tertulis dikembangkan atau disiapkan dengan mengikuti langkah-langkah berikut.

1) Menetapkan tujuan tes

Langkah pertama yang dilakukan adalah menetapkan tujuan penilaian, apakah untuk keperluan mengetahui capaian pembelajaran ataukah untuk memperbaiki proses pembelajaran, atau untuk kedua-duanya. Tujuan penilaian harian (PH) berbeda dengan tujuan penilaian tengah semester (PTS), dan tujuan untuk penilaian akhir semester (PAS). Sementara penilaian harian biasanya diselenggarakan untuk mengetahui capaian pembelajaran ataukah untuk memperbaiki proses pembelajaran, PTS dan PAS umumnya untuk mengetahui capaian pembelajaran.

2) Menyusun kisi-kisi

Kisi-kisi merupakan spesifikasi yang memuat kriteria soal yang akan ditulis yang meliputi antara lain KD yang akan diukur, materi, indikator soal, bentuk soal, dan jumlah soal. Kisi-kisi disusun untuk memastikan butir-butir soal mewakili apa yang seharusnya diukur secara proporsional. Pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural dengan kecakapan berpikir tingkat dasar hingga tinggi akan terwakili secara memadai.

3) Menulis soal berdasarkan kisi-kisi dan kaidah penulisan soal.

4) Menyusun pedoman penskoran.

Untuk soal pilihan ganda, isian, menjodohkan, dan jawaban singkat disediakan kunci jawaban. Untuk soal uraian disediakan kunci/model jawaban dan rubrik.

Berikut ini contoh kisi-kisi (Tabel 2.3), soal dan pedoman penskorannya (Tabel 2.4).

Tabel 2.3 Contoh Kisi-kisi Tes Tertulis

Nama Sekolah : SMP Jaya Bangsaku
Kelas/Semester : VIII/Semester I
Tahun Pelajaran : 2016/2017
Mata Pelajaran : Ilmu Pengetahuan Alam

No	Kompetensi Dasar	Materi	Indikator Soal	Bentuk Soal	Jml. Soal
1	Menganalisis gerak lurus, pengaruh gaya terhadap gerak berdasarkan hukum Newton, dan penerapannya pada gerak benda dan gerak makhluk hidup	Gerak benda dan makhluk hidup di lingkungan sekitar	Diberikan data kecepatan mobil yang bergerak dipercepat beraturan dengan waktu tertentu, peserta didik dapat menghitung percepatan mobil tersebut	Esai	1

Contoh butir soal:

Sebuah mobil yang mula-mula diam bergerak dipercepat beraturan hingga kecepatannya menjadi 72 km/jam setelah bergerak selama 30 sekon. Percepatan yang dialami oleh mobil tersebut adalah ....

Rumus yang digunakan untuk menentukan nilai yaitu:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Total skor perolehan}}{\text{Total skor maksimal}} \times 100$$

b. Tes Lisan

Tes lisan berupa pertanyaan-pertanyaan yang diberikan guru secara lisan dan peserta didik merespons pertanyaan tersebut secara lisan. Selain bertujuan mengecek penguasaan pengetahuan untuk perbaikan pembelajaran, tes lisan dapat menumbuhkan sikap berani berpendapat, percaya diri, dan kemampuan berkomunikasi secara efektif. Dengan demikian, tes lisan dilakukan pada saat proses pembelajaran berlangsung. Tes lisan juga dapat digunakan untuk melihat ketertarikan peserta didik terhadap pengetahuan yang diajarkan dan memotivasi peserta didik dalam belajar.

Contoh pertanyaan pada tes lisan:

1. Apa yang dimaksud dengan fotosintesis?
2. Apa manfaat fotosintesis bagi tumbuhan?
3. Bagaimana proses fotosintesis?
4. Menurut kamu apa manfaat mengetahui proses fotosintesis?

c. Penugasan

Penugasan adalah pemberian tugas kepada peserta didik untuk mengukur dan/atau memfasilitasi peserta didik memperoleh atau meningkatkan pengetahuan. Penugasan untuk mengukur pengetahuan dapat dilakukan setelah proses pembelajaran (*assessment of learning*). Sedangkan penugasan untuk meningkatkan pengetahuan diberikan sebelum dan/atau selama proses pembelajaran (*assessment for learning*). Tugas dapat dikerjakan baik secara individu maupun kelompok sesuai karakteristik tugas yang diberikan. Berikut ini contoh kisi-kisi tugas (Tabel 2.4), contoh tugas, dan contoh pedoman penskorannya (Tabel 2.5) untuk mengukur pencapaian pengetahuan.

Tabel 2.4 Contoh Kisi-kisi Tugas

Nama Sekolah : SMP Jaya Bangsaku
Kelas/Semester : VIII/Semester I
Tahun Pelajaran : 2016/2017
Mata Pelajaran : Ilmu Pengetahuan Alam

No	Kompetensi Dasar	Materi	Indikator	Teknik Penilaian
1	Menerapkan konsep rangkaian listrik, energi dan daya listrik, serta berbagai upaya dalam menghemat energi listrik	Sumber energi	Setelah diberi masalah, peserta didik dapat menjelaskan pengertian dan cara kerja berbagai sumber energi	Penugasan

Contoh tugas:

Tahukah kamu bahwa energi nuklir, gas hidrogen, panas bumi, gelombang air laut, dan piezoelektrik juga merupakan sumber energi listrik alternatif? Coba cari informasi sebanyak-banyaknya tentang cara kerja dan manfaat masing-masing sumber energi tersebut! Tuliskan dalam bentuk makalah ilmiah dan kemudian dipresentasikan di depan kelas.

Tabel 2.5 Contoh Pedoman Penskoran Tugas

No	Aspek yang Dinilai	Skor
1	Menjelaskan secara rinci cara kerja sumber energi	0-5
2	Menjelaskan secara rinci manfaat sumber energi	0-5
3	Keruntutan bahasa	0-5
Skor maksimum		15

d. Portofolio

Portofolio merupakan penilaian berkelanjutan yang didasarkan pada kumpulan informasi yang bersifat reflektif-integratif yang menunjukkan perkembangan kemampuan peserta didik dalam satu periode tertentu. Ada beberapa tipe portofolio antara lain portofolio dokumentasi, portofolio proses, dan portofolio pameran. Guru dapat memilih tipe portofolio yang sesuai dengan tujuannya. Untuk SMP, tipe portofolio yang utama untuk penilaian pengetahuan adalah portofolio pameran, yaitu merupakan kumpulan sampel pekerjaan terbaik dari KD pengetahuan, terutama pekerjaan-pekerjaan dari tugas-tugas dan ulangan harian tertulis yang diberikan kepada peserta didik.

Portofolio setiap peserta didik disimpan dalam suatu *folder* (map) dan diberi tanggal pengumpulan oleh guru. Portofolio dapat disimpan dalam bentuk cetakan dan/atau elektronik. Pada akhir suatu semester kumpulan sampel pekerjaan tersebut merupakan sebagian bahan untuk mendeskripsikan pencapaian pengetahuan secara deskriptif. Portofolio pengetahuan tidak diskor lagi dengan angka.

Berikut adalah contoh ketentuan dalam penilaian portofolio untuk pengetahuan:

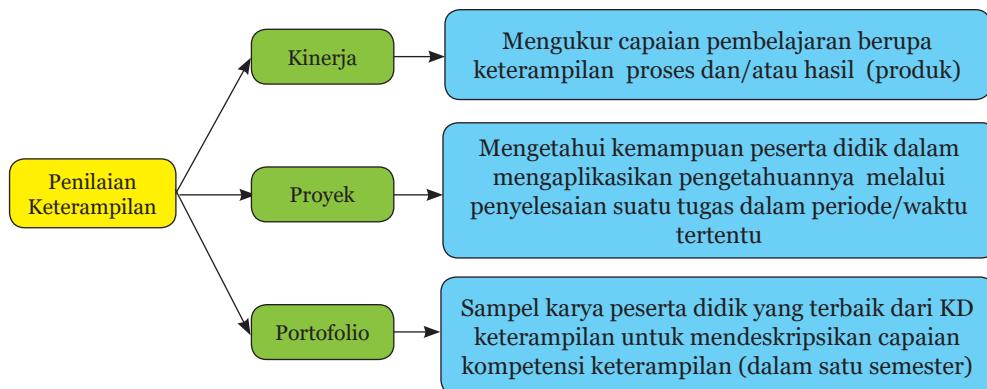
1) pekerjaan asli peserta didik;
2) pekerjaan yang dimasukkan dalam portofolio disepakati oleh peserta didik dan guru;
3) guru menjaga kerahasiaan portofolio;
4) guru dan peserta didik mempunyai rasa memiliki terhadap dokumen portofolio;
5) pekerjaan yang dikumpulkan sesuai dengan KD. Setiap pembelajaran KD dari pengetahuan terakhir, pekerjaan terbaik dari KD tersebut (bila ada) dimasukkan ke dalam portofolio.

C. Penilaian Keterampilan

Penilaian pencapaian kompetensi keterampilan merupakan penilaian yang dilakukan terhadap peserta didik untuk menilai sejauh mana pencapaian KI dan KD dalam dimensi keterampilan. Standar Kompetensi Lulusan (SKL) dimensi keterampilan untuk satuan pendidikan tingkat SMP/MTs/SMPLB/ Paket B adalah lulusan memiliki kualifikasi kemampuan pikir dan tindak yang efektif dan kreatif dalam ranah abstrak dan konkret sesuai dengan yang

dipelajari di sekolah dan sumber lain sejenis. SKL ini merupakan tagihan kompetensi minimal setelah peserta didik menempuh pendidikan selama 3 tahun atau lebih dan dinyatakan lulus.

Cakupan penilaian dimensi keterampilan meliputi keterampilan peserta didik yang dipelajari di sekolah dan sumber lain yang sama dalam sudut pandang/teori. Keterampilan ini meliputi: keterampilan mencoba, mengolah, menyaji, dan menalar. Indikator pencapaian kompetensi keterampilan dikembangkan oleh guru dari KD dengan memerhatikan perkembangan dan kemampuan setiap peserta didik. Indikator-indikator pencapaian hasil belajar dari setiap kompetensi dasar merupakan acuan yang digunakan untuk melakukan penilaian. Indikator pencapaian kompetensi keterampilan dirumuskan dengan menggunakan kata kerja operasional yang dapat diamati dan diukur, antara lain: menghitung, menceritakan kembali, mempraktikkan, mendemonstrasikan, mendeskripsikan, dan sebagainya.

Penilaian keterampilan adalah penilaian yang dilakukan untuk mengetahui kemampuan peserta didik dalam menerapkan pengetahuan untuk melakukan tugas tertentu di dalam berbagai macam konteks sesuai dengan indikator pencapaian kompetensi. Penilaian keterampilan dapat dilakukan dengan berbagai teknik, antara lain penilaian kinerja, penilaian proyek, dan penilaian portofolio. Teknik penilaian keterampilan yang digunakan dipilih sesuai dengan karakteristik KD keterampilan. Teknik penilaian keterampilan dapat digambarkan pada Gambar 2.2.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.2 Teknik Penilaian Keterampilan

Berikut contoh penilaian pengetahuan yang dapat digunakan dalam pembelajaran IPA.

1. Penilaian Kinerja

Penilaian kinerja adalah penilaian untuk mengukur capaian pembelajaran berupa keterampilan proses dan/atau hasil (produk). Dengan demikian, aspek yang dinilai dalam penilaian kinerja adalah kualitas proses

mengerjakan/melakukan suatu tugas atau kualitas produknya atau kedua-duanya. Contoh keterampilan proses adalah keterampilan melakukan tugas/tindakan dengan menggunakan alat dan/atau bahan dengan prosedur kerja tertentu, sementara produk adalah sesuatu (berupa barang) yang dihasilkan dari penyelesaian sebuah tugas.

Contoh penilaian kinerja dalam pembelajaran IPA yang menekankan aspek proses adalah menggunakan peralatan laboratorium sesuai keperluan. Contoh penilaian kinerja yang mengutamakan aspek produk adalah membuat gambar grafik, membuat poster. Contoh penilaian kinerja yang mempertimbangkan baik proses maupun produk adalah membuat preparat basah.

Langkah-langkah umum penilaian kinerja adalah:

a) menyusun kisi-kisi;
b) mengembangkan/menyusun tugas yang dilengkapi dengan langkah-langkah, bahan, dan alat;
c) menyusun rubrik penskoran dengan memerhatikan aspek-aspek yang perlu dinilai;
d) melaksanakan penilaian dengan mengamati peserta didik selama proses penyelesaian tugas dan/atau menilai produk akhirnya berdasarkan rubrik;
e) mengolah hasil penilaian dan melakukan tindak lanjut.

Berikut ini contoh kisi-kisi penilaian kinerja (Tabel 2.6), soal/tugas, pedoman penskoran (Tabel 2.7), dan rubrik penilaian kinerja (Tabel 2.8).

Tabel 2.6 Contoh Kisi-kisi Penilaian Kinerja

Nama Sekolah : SMP Jaya Bangsaku
Kelas/Semester : VIII/Semester I
Tahun Pelajaran : 2016/2017
Mata Pelajaran : Ilmu Pengetahuan Alam

No	Kompetensi Dasar	Materi	Indikator	Teknik Penilaian
1	Menganalisis keterkaitan struktur jaringan tumbuhan dan fungsinya, serta teknologi yang terinspirasi oleh struktur tumbuhan	Struktur dan Fungsi Tumbuhan	Peserta didik dapat membuat preparat basah dari irisan daun tumbuhan *Rhoeo discolor*	Kinerja

Contoh tugas penilaian kinerja:

a. Buatlah preparat basah dari irisan melintang daun tumbuhan *Rhoeo discolor* dengan menggunakan alat dan bahan yang telah disediakan.
b. Ikuti langkah-langkah percobaan sesuai prosedur!

Alat dan Bahan:

- Daun tumbuhan *Rhoeo discolor*
- Silet
- Kaca objek
- Kaca penutup
- Pensil
- Pipet tetes
- Air
- Mikroskop

Tabel 2.7 Contoh Pedoman Penilaian Kinerja

No	Aspek yang Dinilai	Skor				
		0	1	2	3	4
1	Menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan					
2	Melakukan kegiatan praktikum					
3	Membuat laporan					
	Jumlah					
	Skor Maksimum					

Pada contoh penilaian kinerja sesuai dengan aspek penilaian tersebut, penilaian diberikan dengan memerhatikan baik aspek proses maupun produk. Sebagaimana terlihat pada rubrik penilaian (Tabel 2.7), ada 3 (tiga) butir aspek yang dinilai, yaitu keterampilan peserta didik dalam menyiapkan alat dan bahan (proses), keterampilan peserta didik dalam membuat preparat basah (proses), dan kualitas laporan (produk).

Guru dapat menetapkan bobot penskoran yang berbeda-beda antara aspek satu dan lainnya yang dinilai dengan memerhatikan karakteristik KD atau keterampilan yang dinilai. Pada contoh di atas, keterampilan proses (penyiapan bahan dan alat + pelaksanaan pembuatan preparat basah) diberi bobot lebih tinggi dibandingkan produknya (laporan).

Tabel 2.8 Contoh Rubrik Penilaian Kinerja

No	Indikator	Rubrik
1	Menyiapkan alat dan bahan	2 = Menyiapkan seluruh alat dan bahan yang diperlukan. 1 = Menyiapkan sebagian alat dan bahan yang diperlukan. 0 = Tidak menyiapkan alat bahan
2	Membuat preparat basah	4 = Melakukan empat langkah kerja dengan tepat. 3 = Melakukan tiga langkah kerja dengan tepat. 2 = Melakukan dua langkah kerja dengan tepat. 1 = Melakukan satu langkah kerja dengan tepat. 0 = Tidak melakukan langkah kerja. Langkah kerja: 1. Meletakkan bagian atas permukaan daun pada pensil, lalu menyelubungkan pada pensil. Secara perlahan, mengiris bagian bawah permukaan daun dengan arah membujur setipis mungkin. 2. Meletakkan irisan melintang pada kaca objek, kemudian memberi sedikit air dengan menggunakan pipet tetes 3. Menutup secara perlahan dengan menggunakan kaca penutup 4. Mengamati preparat tersebut menggunakan mikroskop dengan pembesaran 100x dan 400x
3	Membuat laporan	3 = Memenuhi 3 kriteria 2 = Memenuhi 2 kriteria 1 = Memenuhi 1 kriteria 0 = Tidak memenuhi kriteria Kriteria laporan: 1. Memenuhi sistematika laporan (judul, tujuan, alat dan bahan, prosedur, data pengamatan, pembahasan, kesimpulan) 2. Data, pembahasan, dan kesimpulan benar 3. Komunikatif

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Total skor perolehan}}{\text{Total skor maksimal}} \times 100$$

2. Penilaian Proyek

Penilaian proyek adalah suatu kegiatan untuk mengetahui kemampuan peserta didik dalam mengaplikasikan pengetahuannya melalui penyelesaian suatu tugas dalam periode/waktu tertentu. Penilaian proyek dapat dilakukan untuk mengukur satu atau beberapa KD dalam satu atau beberapa mata pelajaran. Tugas tersebut berupa rangkaian kegiatan mulai dari perencanaan, pengumpulan data, pengorganisasian data, pengolahan dan penyajian data, serta pelaporan. Pada penilaian proyek setidaknya ada 4 (empat) hal yang perlu dipertimbangkan, yaitu:

a. Pengelolaan

Kemampuan peserta didik dalam memilih topik, mencari informasi, dan mengelola waktu pengumpulan data, serta penulisan laporan.

b. Relevansi

Topik, data, dan produk sesuai dengan KD.

c. Keaslian

Produk (misalnya laporan) yang dihasilkan peserta didik merupakan hasil karyanya, dengan mempertimbangkan kontribusi guru berupa petunjuk dan dukungan terhadap proyek peserta didik.

d. Inovasi dan Kreativitas

Hasil proyek peserta didik terdapat unsur-unsur kebaruan dan menemukan sesuatu yang berbeda dari biasanya. Berikut ini contoh kisi-kisi (Tabel 2.9), tugas, dan rubrik (Tabel 2.11) penilaian proyek.

Tabel 2.9 Contoh Kisi-kisi Penilaian Proyek

Nama Sekolah : SMP Jaya Bangsaku
Kelas/Semester : VIII/Semester II
Tahun Pelajaran : 2016/2017
Mata Pelajaran : Ilmu Pengetahuan Alam

No	Kompetensi Dasar	Materi	Indikator	Teknik Penilaian
1	KD Keterampilan Membuat dan menyajikan poster tentang upaya menjaga kesehatan sistem pernapasan manusia	Sistem pernapasan manusia	Peserta didik dapat: 1. Merencanakan pembuatan poster tentang upaya menjaga kesehatan sistem pernapasan manusia	Proyek

No	Kompetensi Dasar	Materi	Indikator	Teknik Penilaian
			2. Merancang poster tentang upaya menjaga kesehatan sistem pernapasan manusia 3. Menyusun dan mengatur warna poster tentang upaya menjaga kesehatan sistem pernapasan manusia 4. Memberikan label poster sesuai dengan konsep sistem pernapasan manusia 5. Menyusun laporan pembuatan poster tentang upaya menjaga kesehatan sistem pernapasan manusia	

Proyek:

Buatlah poster tentang upaya menjaga kesehatan sistem pernapasan manusia dengan menggunakan kertas manila, pensil warna atau benda kecil di sekitarmu dengan memerhatikan hal-hal berikut.

1. Carilah beberapa sumber tentang upaya menjaga sistem pernapasan manusia.
2. Mintalah bantuan pada guru atau orangtuamu jika kamu mengalami kesulitan.
3. Tuliskan upaya-upaya apa saja yang dapat dilakukan untuk menjaga kesehatan sistem pernapasan manusia.
4. Laporkan hasilnya secara lisan dengan cara dipresentasikan di depan kelas.

Tabel 2.10 Contoh Pedoman Penskoran Proyek

No	Aspek yang Dinilai	Skor				
		1	2	3	4	5
1	Kemampuan merencanakan					
2	Kemampuan mencari sumber yang tepat dan akurat					
3	Kemampuan mengoperasikan komputer untuk mencari sumber dari internet					
4	Kemampuan menjelaskan upaya-upaya yang dapat dilakukan untuk menjaga kesehatan sistem pernapasan manusia melalui presentasi					
5	Poster (produk)					
	Skor maksimum					

Catatan:

Guru dapat menetapkan bobot yang berbeda-beda antara aspek satu dan lainnya pada penskoran (sebagaimana contoh rubrik penskoran di atas) dengan memerhatikan karakteristik KD atau keterampilan yang dinilai.

Tabel 2.11 Contoh Rubrik Penilaian Proyek

No	Indikator	Rubrik
1	Kemampuan perencanaan	2 = Perencanaan lengkap (bahan, cara kerja, hasil) dan rinci 1 = Perencanaan kurang lengkap 0 = Tidak ada perencanaan
2	Kemampuan mencari sumber	2 = Mencari sumber secara tepat dan akurat 1 = Mencari sumber secara tepat tetapi belum akurat 0 = Tidak dapat mencari sumber
3	Kemampuan mengoperasikan komputer untuk mencari sumber dari internet	4 = Mengoperasikan komputer dengan sangat baik 3 = Mengoperasikan komputer dengan baik 2 = Mengoperasikan komputer dengan cukup baik 1 = Mengoperasikan komputer dengan kurang baik 0 = Tidak dapat mengoperasikan komputer dengan baik

No	Indikator	Rubrik
4	Kemampuan menjelaskan upaya-upaya yang dapat dilakukan untuk menjaga kesehatan sistem pernapasan manusia melalui presentasi	4 = Menjelaskan upaya-upaya yang dapat dilakukan untuk menjaga kesehatan sistem pernapasan manusia melalui presentasi secara tepat, lengkap, dan runtut 3 = Menjelaskan upaya-upaya yang dapat dilakukan untuk menjaga kesehatan sistem pernapasan manusia melalui presentasi secara tepat, lengkap,tetapi kurang runtut 2 = Menjelaskan upaya-upaya yang dapat dilakukan untuk menjaga kesehatan sistem pernapasan manusia melalui presentasi secara tepat tetapi kurang lengkap dan kurang runtut 1 = Menjelaskan upaya-upaya yang dapat dilakukan untuk menjaga kesehatan sistem pernapasan manusia melalui presentasi secara kurang tepat, kurang lengkap, dan kurang runtut 0 = Tidak melakukan presentasi
5	Poster (produk)	3 = Poster menarik dan informatif 2 = Poster menarik dan kurang informatif 1 = Poster kurang menarik dan kurang informatif 0 = Tidak ada poster

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Total skor perolehan}}{\text{Total skor maksimal}} \times 100$$

Penilaian Portofolio

Seperti pada penilaian pengetahuan, portofolio untuk penilaian keterampilan merupakan kumpulan sampel karya terbaik dari KD keterampilan. Portofolio setiap peserta didik disimpan dalam suatu folder (map) dan diberi tanggal pengumpulan oleh guru. Portofolio dapat disimpan dalam bentuk cetakan dan/atau elektronik. Pada akhir suatu semester kumpulan sampel karya tersebut merupakan sebagian bahan untuk mendeskripsikan pencapaian keterampilan secara deskriptif. Portofolio keterampilan tidak diskor lagi dengan angka.

Berikut adalah contoh ketentuan dalam penilaian keterampilan dengan portofolio.

1. Karya asli peserta didik.
2. Karya yang dimasukkan dalam portofolio disepakati oleh peserta didik dan guru.
3. Guru menjaga kerahasiaan portofolio.
4. Guru dan peserta didik mempunyai rasa memiliki terhadap dokumen portofolio.
5. Karya yang dikumpulkan sesuai dengan KD. Setiap pembelajaran KD keterampilan berakhir, karya terbaik dari KD tersebut (bila ada) dimasukkan ke dalam portofolio.

D. Tindak Lanjut Penilaian

Pembelajaran remedial dan pengayaan merupakan tindak lanjut guru terhadap proses dan hasil belajar peserta didik. Pembelajaran remedial dan pengayaan dilaksanakan untuk kompetensi pengetahuan dan keterampilan (Kemdikbud, 2015). Pembelajaran remedial diberikan kepada peserta didik yang belum mencapai KBM/KKM, sementara pengayaan diberikan kepada peserta didik yang telah mencapai atau melampaui KBM/KKM.

1. Program Remedial

Pembelajaran remedial adalah kegiatan yang ditujukan untuk membantu peserta didik yang mengalami kesulitan dalam menguasai materi pelajaran. Pembelajaran remedial ini merupakan layanan pendidikan yang diberikan kepada peserta didik untuk memperbaiki prestasi belajarnya sehingga mencapai kriteria ketuntasan yang ditetapkan. Perbedaan kegiatan remedial dari pembelajaran biasa terletak pada pendekatan yang digunakan dalam perencanaan dan pelaksanaan pembelajaran. Kegiatan remedial direncanakan dan dilaksanakan berdasarkan kebutuhan individu atau kelompok peserta didik, sedangkan pembelajaran biasa menerapkan pendekatan klasikal, baik dalam perencanaan maupun dalam pelaksanaannya.

Salah satu tindakan yang diperlukan adalah pemberian pembelajaran remedial atau perbaikan. Remedial diperlukan bagi peserta didik yang belum mencapai kemampuan minimal yang ditetapkan dalam rencana pelaksanaan pembelajaran. Pemberian pembelajaran remedial didasarkan atas latar belakang bahwa guru perlu memerhatikan perbedaan individual peserta didik. Dengan diberikannya pembelajaran remedial bagi peserta didik yang belum mencapai tingkat ketuntasan belajar, peserta didik memerlukan waktu lebih lama daripada mereka yang telah mencapai tingkat penguasaan.

Sesuai dengan pengertiannya, tujuan pembelajaran remedial ialah membantu peserta didik mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan dalam kurikulum yang berlaku. Dalam kaitannya dengan proses pembelajaran, fungsi kegiatan remedial adalah sebagai berikut.

a. Memperbaiki Cara Belajar Peserta Didik dan Cara Mengajar Guru (Fungsi Korektif)

Fungsi kuratif ini dilaksanakan guru berdasarkan hasil analisis kesulitan belajar peserta didik yang ditemukan. Bertolak dari hasil analisis tersebut, guru memperbaiki berbagai aspek proses pembelajaran, mulai dari rumusan indikator hasil belajar, materi ajar, pengalaman belajar, penilaian dan evaluasi, serta tindak lanjut pembelajaran. Rumusan kompetensi dan indikator hasil belajar untuk remediasi dibuat berdasarkan kesulitan belajar yang dialami peserta didik. Selanjutnya guru mengorganisasi dan mengembangkan materi pembelajaran sesuai dengan taraf kemampuan peserta didik, memilih dan menerapkan alat dan berbagai media serta sumber belajar untuk memudahkan peserta didik belajar, memilih dan menetapkan pengalaman belajar yang sesuai.

Berikut contoh kegiatan dalam pembelajaran remedial yang dapat dilakukan guru. Jika guru menemukan bahwa penyebab kesulitan belajar peserta didik karena pengalaman belajar tidak konkret, maka kegiatan remedial yang harus dirancang guru adalah membelajarkan peserta didik dengan kegiatan belajar yang mengkonkretkan pengalaman belajar. Jika misalnya disebabkan oleh peserta didik kurang sungguh-sungguh mengerjakan tugas, maka peserta didik perlu dilatih untuk mengerjakan tugas secara lebih bersungguh-sungguh.

b. Meningkatkan Pemahaman Guru dan Peserta Didik terhadap Kelebihan dan Kekurangan Dirinya (Fungsi Pemahaman)

Kegiatan remedial memberikan pemahaman lebih baik kepada peserta didik dan guru. Bagi seorang guru yang akan melaksanakan kegiatan remedial terlebih dulu harus memahami kelebihan dan kelemahan kegiatan pembelajaran yang dilakukannya. Untuk kepentingan itu, guru terlebih dahulu mengevaluasi kegiatan pembelajaran yang telah dilaksanakannya. Dari evaluasi tersebut akan diketahui apakah strategi dan metode pembelajarannya sudah tepat? Apakah pengalaman belajar yang dipilih sudah sesuai dengan tingkat perkembangan peserta didik? Apakah media dan alat yang digunakan sudah membantu mempermudah pemahaman peserta didik? Dari hasil evaluasi inilah guru memperbaiki proses pembelajarannya.

Pemahaman yang diharapkan terbentuk pada diri peserta didik dari kegiatan remedial adalah memahami kelebihan dan kelemahan cara belajarnya. Apakah selama pembelajaran peserta didik sudah berperan aktif apa belum? Apakah sudah mengerjakan tugas dengan sungguh-sungguh apa belum? Nah dari pemahaman akan kelemahan dan kelebihan dirinya ini peserta didik akan dengan kesadaran sendiri memperbaiki sikap dan cara belajarnya sehingga dapat mencapai hasil belajar yang lebih baik.

c. Menyesuaikan Pembelajaran dengan Karakteristik Peserta Didik (Fungsi Penyesuaian)

Fungsi penyesuaian dalam kegiatan remedial adalah penyesuaian guru terhadap karakteristik peserta didik. Untuk menentukan hasil belajar peserta didik dan materi pembelajaran disesuaikan dengan kesulitan yang dihadapi peserta didik. Pada kegiatan pembelajaran, guru harus menerapkan kekuatan yang dimiliki individu peserta didik melalui penggunaan berbagai metode dan alat/media pembelajaran.

d. Mempercepat Penguasaan Peserta Didik terhadap Materi Pelajaran (Fungsi Akselerasi)

Mengapa kegiatan remedial mempunyai fungsi akselerasi terhadap proses pembelajaran? Kegiatan remedial mempunyai fungsi akselerasi terhadap pembelajaran karena peserta didik dapat dipercepat penguasaan terhadap materi pelajaran melalui penambahan waktu dan frekuensi pembelajaran. Tanpa penambahan frekuensi pembelajaran maka peserta didik akan semakin tertinggal jauh dari teman-temannya yang telah menguasai materi pelajaran.

e. Memperkaya Pemahaman Peserta Didik tentang Materi Pembelajaran (Fungsi Pengayaan)

Fungsi pengayaan pada kegiatan remedial ditunjukkan dengan penggunaan sumber belajar, metode pembelajaran, dan alat bantu pembelajaran yang bervariasi dibandingkan pembelajaran biasa. Pemanfaatan komponen-komponen yang disesuaikan dengan karakteristik peserta didik tersebut diharapkan peserta didik dapat melakukan proses belajar secara efektif. Kegiatan-kegiatan yang dilakukan oleh guru tersebut merupakan pengayaan bagi proses pembelajaran.

f. Membantu Mengatasi Kesulitan Peserta Didik dalam Aspek Sosial-Pribadi (Fungsi Terapeutik)

Fungsi terapeutik ditunjukkan dengan kegiatan membantu peserta didik yang mengalami kesulitan dalam aspek sosial dan pribadi. Perlu diketahui bahwa peserta didik yang merasa kurang berhasil dalam belajar sering merasa rendah diri atau terisolasi dalam pergaulan dari teman-temannya. Guru yang membantu peserta didik mencapai prestasi belajar yang lebih baik melalui kegiatan remedial berarti guru telah membantu peserta didik meningkatkan rasa percaya dirinya. Tumbuhnya rasa percaya diri ini membuat peserta didik menjadi tidak merasa rendah diri lagi dan dapat bergaul dengan teman-temannya.

2. Jenis-Jenis Kegiatan Remedial

Kegiatan remedial dilaksanakan guru untuk membantu peserta didik mencapai kriteria ketuntasan minimal yang harus dicapai peserta didik. Kegiatan remedial dapat dilakukan dengan berbagai cara, diantaranya berikut ini.

a. Memberikan Tambahan Penjelasan atau Contoh

Peserta didik kadang-kadang mengalami kesulitan memahami penyampaian materi pembelajaran untuk mencapai kompetensi yang disajikan hanya sekali, apalagi kurang ilustrasi dan contoh. Pemberian tambahan ilustrasi, contoh dan bukan contoh untuk pembelajaran konsep misalnya akan membantu pembentukan konsep pada diri peserta didik.

b. Menggunakan Strategi Pembelajaran Yang Berbeda dengan Sebelumnya

Penggunaan alternatif berbagai strategi pembelajaran akan memungkinkan peserta didik dapat mengatasi masalah pembelajaran yang dihadapi.

c. Mengaji Ulang Pembelajaran yang Lalu

Penerapan prinsip pengulangan dalam pembelajaran akan membantu peserta didik menangkap pesan pembelajaran. Pengulangan dapat dilakukan dengan menggunakan metode dan media yang sama atau metode dan media yang berbeda. Guru melakukan pembelajaran kembali kompetensi yang belum dikuasai oleh peserta didik. Pembelajaran hanya difokuskan pada kesulitan yang dialami oleh peserta didik. Jika peserta didik kurang dalam hal mengaplikasikan konsep maka hendaknya guru banyak memberi contoh latihan penerapan konsep dalam kehidupan sehari-hari. Pembelajaran ulang dapat disampaikan dengan cara penyederhanaan materi, variasi cara penyajian, penyederhanaan tes/ pertanyaan. Pembelajaran ulang dilakukan bilamana sebagian besar atau semua peserta didik belum mencapai ketuntasan belajar atau mengalami kesulitan belajar. Guru perlu memberikan penjelasan kembali dengan menggunakan metode dan/atau media yang lebih tepat.

d. Menggunakan Berbagai Jenis Media

Penggunaan berbagai jenis media dapat menarik perhatian peserta didik. Perhatian memegang peranan penting dalam proses pembelajaran. Semakin memerhatikan, hasil belajar akan lebih baik. Namun peserta didik seringkali mengalami kesulitan untuk memerhatikan atau berkonsentrasi dalam waktu yang lama. Agar perhatian peserta didik terkonsentrasi pada materi pelajaran perlu digunakan berbagai media untuk mengendalikan perhatian peserta didik.

e. Melakukan Aktivitas Fisik (Misal Demonstrasi atau Praktik)

Melakukan aktivitas fisik dalam kegiatan remedial, misal untuk memahami konsep IPA bahwa gaya dapat mengubah bentuk benda dan besar kecilnya gaya memengaruhi besar kecilnya perubahan bentuk benda. Terkait dengan hal itu sebaiknya guru memberi kesempatan yang lebih banyak dan dengan benda yang bervariasi pada peserta didik agar peserta didik dapat memperoleh pengalaman yang lebih kaya untuk membangun konsep tersebut. Dengan cara ini diharapkan peserta didik akan lebih mudah memahami konsep tersebut karena didukung oleh data yang cukup.

f. Kegiatan Kelompok

Kerja kelompok dan diskusi dapat digunakan guru untuk membantu peserta didik yang mengalami kesulitan belajar. Yang harus diperhatikan guru dalam menentukan kelompok agar kerja kelompok itu efektif adalah di antara anggota kelompok itu harus benar-benar ada peserta didik yang menguasai materi tersebut sehingga mampu memberi penjelasan kepada peserta didik lainnya.

g. Tutor Sebaya

Tutor sebaya adalah teman sekelas yang memiliki kecepatan belajar lebih. Mereka perlu dimanfaatkan untuk memberikan tutorial kepada rekannya yang mengalami kelambatan belajar. Salah seorang peserta didik yang lebih pandai dari kelas yang sama atau dari kelas yang lebih tinggi inilah yang dijadikan tutornya. Dengan teman sebaya diharapkan peserta didik yang mengalami kesulitan belajar akan lebih terbuka dan akrab.

h. Menggunakan Sumber Belajar Lain

Peserta didik yang mengalami kesulitan belajar dapat dibantu dengan teknik memberikan kesempatan untuk mengunjungi ahli atau praktisi yang berkaitan dengan materi yang dibahas. Para ahli atau praktisi ini merupakan sumber belajar. Misal untuk mengatasi kesulitan belajar tentang bagaimana berternak ayam petelur/pedaging, peserta didik tersebut dapat mengunjungi salah seorang peternak ayam terdekat untuk diminta bantuannya memberikan penjelasan yang lebih gamblang.

3. Langkah-Langkah Kegiatan Remedial

Kegiatan remedial dapat dilaksanakan sebelum kegiatan pembelajaran biasa untuk membantu peserta didik yang diduga akan mengalami kesulitan (preventif); setelah kegiatan pembelajaran biasa untuk membantu peserta didik yang mengalami kesulitan belajar (kuratif); atau selama berlangsungnya

kegiatan pembelajaran biasa (pengembangan). Dalam pelaksanaan kegiatan remedial guru dapat menerapkan berbagai metode dan media sesuai dengan kesulitan yang dihadapi dan tingkat kemampuan peserta didik serta menekankan pada segi kekuatan yang dimiliki peserta didik.

Langkah-langkah yang harus ditempuh dalam kegiatan remedial adalah analisis hasil diagnosis kesulitan belajar, menemukan penyebab kesulitan, menyusun rencana kegiatan remedial, melaksanakan kegiatan remedial, dan menilai kegiatan remedial. Pelaksanaan remediasi sebaiknya mengikuti langkah-langkah sebagai berikut.

a. Analisis Hasil Diagnosis

Apakah Anda masih ingat tentang diagnosis kesulitan belajar? Diagnosis kesulitan belajar adalah proses pemeriksaan terhadap peserta didik yang diduga mengalami kesulitan dalam belajar. Dari kegiatan tersebut guru akan mengetahui peserta didik yang perlu mendapatkan layanan remediasi. Terkait dengan kepentingan remediasi ini maka yang menjadi fokus perhatian adalah tingkat ketercapaian kriteria keberhasilan yang dicapai oleh peserta didik yang mengalami kesulitan belajar. Jika kriteria tingkat ketercapaiannya 80%, maka peserta didik yang belum mencapai kriteria tersebut perlu mendapatkan pembelajaran remedial. Informasi selanjutnya yang perlu diketahui guru adalah materi apa yang peserta didik merasakan kesulitan secara individual.

b. Menemukan Penyebab Kesulitan

Penyebab kesulitan belajar peserta didik harus diidentifikasi lebih dulu sebelum guru merancang remediasi, karena gejala yang sama sangat dimungkinkan bagi peserta didik yang berbeda jenis penyebab kesulitannya berbeda pula.

c. Menyusun Rencana Kegiatan Remedial

Rencana kegiatan remedial dapat disusun setelah guru mengetahui (i) peserta didik-peserta didik yang perlu diremediasi, (ii) penyebab kesulitan belajar, (1.3) topik-topik yang belum dikuasai. Selanjutnya guru menyusun rencana pembelajaran seperti pembelajaran pada umumnya. Perencanaan tersebut meliputi hal-hal:

1) Merumuskan indikator hasil belajar.
2) Menentukan materi yang sesuai dengan indikator hasil belajar.
3) Memilih strategi dan metode yang sesuai dengan karakteristik peserta didik.
4) Merencanakan waktu yang diperlukan.
5) Menentukan jenis, prosedur, dan alat penilaian.

d. Melakukan Kegiatan Remedial

Melaksanakan kegiatan remedial sesuai rencana yang telah disusun. Sebaiknya remediasi dilaksanakan sesegera mungkin. Semakin cepat dilaksanakan semakin baik, karena peserta didik selain cepat terbantu mengatasi kesulitan belajarnya, sehingga semakin besar kemungkinan peserta didik berhasil dalam belajarnya.

e. Menilai Kegiatan Remedial

Untuk mengetahui berhasil atau tidaknya remediasi yang telah dilakukan perlu dilakukan penilaian. Jika penilaian menunjukkan kemajuan belajar peserta didik sesuai dengan yang diharapkan, berarti kegiatan remedial yang direncanakan dan dilaksanakan cukup efektif membantu peserta didik mengatasi kesulitan belajarnya. Namun jika belum menunjukkan hasil seperti yang diharapkan berarti kegiatan remedial yang direncanakan dan dilaksanakan kurang efektif. Untuk itu guru harus menganalisis setiap komponen pembelajaran.

4. Program Pengayaan

Kegiatan pengayaan adalah kegiatan yang diberikan kepada peserta didik kelompok cepat agar mereka dapat mengembangkan potensinya secara optimal dengan memanfaatkan sisa waktu yang dimilikinya. Kegiatan pengayaan dilaksanakan dengan tujuan memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk memperdalam penguasaan materi pelajaran yang berkaitan dengan tugas belajar yang sedang dilaksanakan sehingga tercapai tingkat perkembangan yang optimal. Secara umum pengayaan dapat diartikan sebagai pengalaman atau kegiatan peserta didik yang melampaui persyaratan minimal yang ditentukan oleh kurikulum dan tidak semua peserta didik dapat melakukannya.

Pengayaan pada kegiatan pembelajaran ditunjukkan oleh digunakannya sumber belajar, metode pembelajaran, dan alat bantu pembelajaran yang bervariasi dibandingkan pembelajaran biasa. Dengan pemanfaatan komponen-komponen yang disesuaikan dengan karakteristik peserta didik, maka peserta didik dapat melakukan proses belajar secara efektif. Sebagai contohnya peserta didik diminta untuk membaca sumber pustaka lain selain buku wajib, mengakses internet, diberi tugas pemecahan masalah yang lebih tinggi pengembangan penalarannya, melakukan penyelidikan sederhana, yang relevan dengan materi yang dipelajari. Kegiatan-kegiatan yang dilakukan oleh guru tersebut merupakan pengayaan bagi proses pembelajaran. Program pengayaan ini diberikan kepada kelompok peserta didik yang sudah mencapai batas ketuntasan belajar.

Pada saat memilih dan melaksanakan kegiatan pengayaan, guru harus memerhatikan hal-hal berikut.

a. Faktor peserta didik, baik faktor minat maupun faktor psikologis lainnya.
b. Faktor manfaat edukatif.
c. Faktor waktu.

Tugas yang dapat diberikan guru pada peserta didik yang mengikuti kegiatan pengayaan di antaranya adalah memberikan kesempatan menjadi tutor sebaya, mengembangkan latihan praktis dari materi yang sedang dibahas, membuat hasil karya, melakukan suatu proyek, membahas masalah, atau mengerjakan permainan yang harus diselesaikan peserta didik. Berikut ini beberapa jenis pembelajaran pengayaan.

a. Kegiatan eksploratori yang bersifat umum yang dirancang untuk disajikan kepada peserta didik. Sajian dimaksud berupa materi-materi yang "melebihi" materi, yang secara reguler tidak tercakup dalam kurikulum.
b. Keterampilan proses yang diperlukan oleh peserta didik agar berhasil dalam melakukan pendalaman dan investigasi terhadap topik yang diminati dalam bentuk pembelajaran mandiri.
c. Pemecahan masalah yang diberikan kepada peserta didik yang memiliki kemampuan belajar lebih tinggi berupa pemecahan masalah nyata dengan menggunakan pendekatan pemecahan masalah atau pendekatan investigatif/penelitian ilmiah. Pemecahan masalah ditandai dengan:
    1) identifikasi bidang permasalahan yang akan dikerjakan;
    2) penentuan fokus masalah/problem yang akan dipecahkan;
    3) penggunaan berbagai sumber;
    4) pengumpulan data menggunakan teknik yang relevan;
    5) analisis data; dan
    6) penyimpulan hasil investigasi.

Apapun kegiatan yang dipilih guru, hendaknya kegiatan pengayaan tersebut menyenangkan dan mengembangkan kemampuan kognitif tinggi sehingga mendorong peserta didik untuk mengerjakan tugas yang diberikan. Sekolah tertentu, khususnya yang memiliki peserta didik lebih cepat belajar dibanding sekolah-sekolah pada umumnya, dapat menaikkan tuntutan kompetensi melebihi standar isi. Misalnya sekolah-sekolah yang menginginkan memiliki keunggulan khusus. Sebagai bagian integral dari kegiatan pembelajaran, kegiatan pengayaan tidak lepas kaitannya dengan penilaian. Penilaian hasil belajar kegiatan pengayaan, tentu tidak sama dengan kegiatan pembelajaran biasa, tetapi cukup dalam bentuk portofolio, dan harus dihargai sebagai nilai tambah (lebih) dari peserta didik yang normal.

E. Interaksi dengan Orangtua

Komunikasi dengan orangtua dapat menggunakan buku penghubung yang memfasilitasi komunikasi yang baik antara sekolah/guru dengan orangtua peserta didik. Buku penghubung ini juga bermanfaat membangun kerja sama pihak sekolah dengan orangtua dalam membantu keberhasilan peserta didik. Buku penghubung ini memuat hari/tanggal, mata pelajaran, materi/topik, bentuk tugas, tanda tangan orangtua.

Tabel 2.12 Contoh Lembar Monitoring Orangtua

Hari/ Tanggal	Mata Pelajaran	Materi/ Topik	Bentuk Tugas	Tanda Tangan Guru	Komentar Orangtua	Tanda Tangan Orangtua

Bentuk lain interaksi dengan orangtua yaitu membangun keterlibatan orangtua dalam tugas-tugas sekolah para peserta didik. Guru dianjurkan menyusun tugas untuk peserta didik yang dapat melibatkan orangtua dalam kegiatan-kegiatan bersama peserta didik, disesuaikan dengan materi-materi yang dapat dipelajari peserta didik. Sekolah juga dapat melibatkan orangtua dalam proses belajar peserta didik secara terprogram.

3 Model Pembelajaran IPA

Paradigma pembelajaran IPA di sekolah mengalami pergeseran dari paradigma *teacher-oriented* ke *student-oriented*. Peran guru bergeser dari menentukan ”apa yang akan dipelajari peserta didik” ke ”bagaimana menyediakan dan memperkaya pengalaman belajar peserta didik”. Pengalaman belajar IPA diperoleh melalui serangkaian kegiatan untuk mengeksplorasi lingkungan melalui interaksi aktif dengan teman, lingkungan dan narasumber lain. Pembelajaran IPA yang berpusat pada peserta didik dan menekankan pentingnya belajar aktif berarti mengubah pola pembelajaran guru yang selalu memberikan informasi dan sumber pengetahuan bagi peserta didik (National Research Council, 1996).

Berdasarkan paradigma pendidikan dalam Kurikulum 2013, pembelajaran IPA dilakukan dengan menggunakan pendekatan ilmiah yang melibatkan peserta didik dalam penyelidikan yang berorientasi inkuiri dan interaksi antara peserta didik dengan guru dan peserta didik lainnya. Peserta didik diarahkan untuk mengembangkan kemampuan berpikir, bernalar dan bekerja ilmiah melalui pembelajaran inkuiri melalui pengalaman belajar.

Pengalaman yang paling tinggi nilainya adalah *direct purposeful experience*, yaitu pengalaman yang diperoleh dari hasil kontak langsung dengan lingkungan, objek, binatang, manusia dan sebagainya, dengan cara melakukan perbuatan langsung (Ali, 2000). *Verbal symbol* yang diperoleh melalui penuturan dengan kata-kata merupakan pengalaman belajar yang paling rendah tingkatannya. Oleh karena itu, agar pembelajaran dapat memberikan pengalaman yang lebih berarti bagi peserta didik, maka perlu dirancang model pembelajaran yang dapat membawa peserta didik kepada pengalaman yang lebih konkret.

Setiap peserta didik mempunyai cara yang optimal dalam mempelajari informasi tertentu (DePorter dan Hernacki, 2002). Beberapa peserta didik perlu diberikan cara-cara yang lain, yang berbeda dengan metode mengajar yang pada umumnya disajikan. Oleh karena itu guru dituntut dapat mengembangkan kreativitasnya untuk menerapkan dan mengembangkan model pembelajaran, sehingga dapat meningkatkan kemampuan berpikir, daya analisis, dan hasil belajar peserta didik.

A. Pembelajaran Berbasis Inkuiri

1. Pengertian

Kata inkuiri berasal dari bahasa inggris, yaitu '*to inquire*' yang berarti bertanya atau menyelidiki. Pertanyaan merupakan inti dari pembelajaran berbasis inkuiri. Pertanyaan dapat menuntun untuk melakukan penyelidikan sebagai usaha peserta didik dalam memahami materi pelajaran. Ada beberapa penjelasan mengenai pembelajaran inkuiri telah dikemukakan oleh beberapa ahli.

Joyce dan Weil (2000) mengemukakan bahwa inti dari pembelajaran inkuiri adalah melibatkan peserta didik dalam masalah penyelidikan nyata dengan menghadapkan mereka dengan cara penyelidikan (investigasi), membantu mereka mengidentifikasi masalah konseptual atau metodologis dalam wilayah investigasi, dan meminta mereka merancang cara mengatasi masalah. Melalui inkuiri peserta didik belajar menjadi seorang ilmuwan dalam menyusun pengetahuan. Selain itu, peserta didik belajar menghargai ilmu dan mengetahui keterbatasan pengetahuan dan ketergantungan satu dengan yang lainnya. Menurut Ong dan Borich (2006) pembelajaran berbasis inkuiri adalah belajar melalui berbagai kegiatan termasuk melakukan observasi, mengajukan pertanyaan, mencari dan menggunakan informasi untuk mengetahui dengan jelas peristiwa melalui percobaan, menggunakan alat untuk mengumpulkan, menganalisis, dan menafsirkan data; mengajukan pertanyaan, menjelaskan, dan memprediksi; dan mengomunikasikan hasil. Inkuiri mengharuskan melakukan identifikasi dan asumsi, menggunakan berpikir kritis dan logis, dan pertimbangan dari penjelasan alternatif.

Menurut National Research Council (2000) pembelajaran berbasis inkuiri mengacu pada cara ilmuwan bekerja ketika mempelajari alam, yaitu mencari penjelasan melalui bukti yang dikumpulkan dari dunia di sekitar mereka. Pembelajaran berbasis inkuiri meliputi kegiatan mengajukan pertanyaan, menyelidiki masalah atau topik, dan menggunakan berbagai sumber daya untuk menemukan solusinya. Para peserta didik akan menarik kesimpulan dan biasanya peserta didik meninjau kembali kesimpulan tersebut untuk direvisi sebagai eksplorasi sehingga memunculkan pertanyaan baru. Melalui proses ini, peserta didik akan mengintegrasikan pengetahuan baru mereka dengan pengetahuan sebelumnya, yang pada gilirannya akan membantu mereka dalam membangun konsep mereka saat ini.

Ahli pendidikan IPA banyak menganjurkan bahwa pengajaran IPA harus menekankan inkuiri. Wayne Welch, seorang pendidik sains di Universitas Minnesota berpendapat bahwa teknik yang dibutuhkan untuk mengajar ilmu pengetahuan alam yang efektif adalah sama dengan yang digunakan untuk penyelidikan ilmiah yang efektif. Dengan demikian metode yang digunakan oleh para ilmuwan harus menjadi bagian integral dari metode

yang digunakan dalam kelas IPA. Banyak ahli yang berpikir bahwa metode penyelidikan ilmiah sebagai proses inkuiri.

Wilson dan Murdoch (2004) mengidentifikasi karakteristik umum pembelajaran berbasis inkuiri sebagai berikut: (a) berpusat pada peserta didik, (b) menekankan proses dan pengembangan keterampilan, (c) melibatkan peserta didik untuk mengajukan pertanyaan, (d) berbasis konseptual, (e) mendorong interaksi peserta didik,(f) membangun pengetahuan berdasarkan pengetahuan sebelumnya, (g) memanfaatkan dan mempertimbangkan minat peserta didik, (h) pengalaman langsung, (i) mengintegrasikan refleksi dan metakognisi, (j) penerapan ide-ide, (k) mengeksplorasi aspek afektif belajar, (l) memunculkan perspektif yang berbeda dan menangkap nilai-nilai.

Pembelajaran inkuiri memiliki tingkatan berdasarkan kompleksitas dalam penerapannya. Callahan dan Kelleough (1992) mengelompokkan inkuiri berdasarkan banyaknya keterlibatan peserta didik dalam aktivitas inkuiri menjadi 3 tingkatan, yaitu inkuiri tingkat I, inkuiri tingkat II, dan inkuiri tingkat III. Inkuiri tingkat I , pengenalan masalah dan proses pemecahan masalah ditentukan oleh guru atau dari buku, identifikasi solusi sementara dilakukan oleh peserta didik. Inkuiri tingkat II, pengenalan masalah berasal dari guru atau dari buku, proses pemecahan masalah dan identifikasi solusi masalah sementara dilakukan oleh peserta didik. Selanjutnya inkuiri tingkat III pengenalan masalah, proses pemecahan masalah, dan identifikasi solusi pemecahan masalah dilakukan oleh peserta didik.

Menurut Colburn (2000) ada empat tingkatan inkuiri, yaitu inkuiri terstruktur (*structured inquiry*), inkuiri terbimbing (*guided inquiry*), inkuiri terbuka (*open inquiry*), dan siklus belajar (*learning cycle*). Llewellyn (2007) mengelompokkan inkuiri berdasarkan tingkat dominasi peran guru atau peserta didik, ada 4 tipe yaitu inkuiri demonstrasi (*demonstrated inquiry*), inkuiri terstruktur (*structured inquiry*), inkuiri terbimbing (*guided inquiry*), inkuiri penuh (*full inquiry*). Banchi dan Bell (2008) membagi inkuiri menjadi empat tingkatan dari tingkat bawah sampai tinggi, yaitu inkuiri konfirmasi (*confirmation inquiry*), inkuiri terstruktur (*structured inquiry*), inkuiri terbimbing (*guided inquiry*), inkuiri terbuka (*open inquiry*) atau inkuiri penuh (*full inquiry*).

2. Tingkatan Inkuiri

• Menurut Banchi dan Bell

Banchi dan Bell (2008) mengklasifikasikan inkuiri sebagai berikut.

a. Inkuiri Konfirmasi (*Confirmation Inquiry*)

Pada inkuiri konfirmasi, peserta didik diberi pertanyaan dan prosedur (metode), dan hasilnya sudah diketahui sebelumnya. Inkuiri konfirmasi digunakan bila tujuan guru untuk memperkuat ide sudah diperkenalkan, peserta didik mempraktikkan keterampilan investigasi spesifik, seperti mengumpulkan dan merekam data. Sebagai contoh, guru ingin peserta didik untuk mengonfirmasi suatu prinsip bahwa semakin kecil gaya gesek udara pada objek semakin cepat jatuh. Peserta didik dapat membuat pesawat kertas dengan sayap panjang yang berbeda untuk mengonfirmasi prinsip tersebut. Peserta didik mengikuti petunjuk untuk melakukan percobaan, mencatat data, dan menganalisis hasilnya.

b. Inkuiri Terstruktur (*Structured Inquiry*)

Pada inkuiri terstruktur, pertanyaan dan prosedur masih disediakan oleh guru. Namun, peserta didik menghasilkan penjelasan yang didukung oleh bukti yang telah mereka kumpulkan. Menggunakan contoh pesawat kertas yang sama, peserta didik tidak akan diberitahu hubungan antara gaya gesek udara pada objek dengan kecepatan jatuhnya objek. Peserta didik akan menggunakan data yang dikumpulkan yang menunjukkan bahwa pesawat dengan sayap yang panjang memerlukan waktu lebih lama untuk jatuh. Peserta didik memahami bahwa sayap menyebabkan gaya gesek udara yang lebih besar dan memperlambat pesawat jatuh. Inkuiri konfirmasi dan inkuiri terstruktur dianggap inkuiri tingkat rendah, pada umumnya diterapkan di pendidikan tingkat dasar (SD dan SMP). Jenis inkuiri ini penting karena memungkinkan peserta didik secara bertahap mengembangkan kemampuan melakukan inkuiri ke jenjang yang lebih tinggi yaitu inkuiri terbuka.

c. Inkuiri Terbimbing (*Guided Inquiry*)

Pada inkuiri terbimbing, guru memberikan rumusan masalah penyelidikan, dan peserta didik merancang prosedur penyelidikan (metode), melakukan penyelidikan untuk menguji masalah penyelidikan dan menghasilkan penjelasan.

Pada inkuiri level ini peserta didik lebih terlibat daripada inkuiri terstruktur. Pembelajaran berbasis inkuiri lebih berhasil bila peserta didik memiliki banyak kesempatan untuk belajar dan berlatih merancang percobaan dan merekam data. Pada inkuiri terbimbing peran guru tidak berarti pasif, tetapi aktif mengarahkan peserta didik yang memerlukan bimbingan dalam penyusunan rancangan dan pelaksanaan eksperimen.

d. Inkuiri Terbuka (*Open Inquiry*)

Inkuiri tingkat tertinggi adalah inkuiri terbuka. Pada inkuiri terbuka peserta didik memiliki kesempatan bekerja layaknya ilmuwan. Peserta didik merumuskan masalah penyelidikan, merancang dan melakukan penyelidikan dan mengomunikasikan hasilnya. Inkuiri tingkat ini membutuhkan penalaran ilmiah dan ranah kognitif tinggi dari peserta didik.

Dengan pengalaman yang cukup di tiga tingkat inkuiri sebelumnya, peserta didik dapat berhasil melakukan inkuiri tingkat keempat (inkuiri terbuka). Inkuiri terbuka ini sesuai dilakukan oleh peserta didik yang sudah berhasil merancang dan melakukan penyelidikan yang masalahnya disediakan oleh guru, termasuk mampu merekam dan menganalisis data, serta menarik kesimpulan dari bukti yang mereka kumpulkan.

Berbagai tingkatan inkuiri tersebut dibedakan berdasarkan tingkat kemandirian peserta didik dalam merumuskan masalah, menyusun prosedur pemecahan masalah, dan merumuskan solusi. Pada Tabel 3.1 adalah ringkasan tingkatan inkuiri menurut Banchi dan Bell (2008).

Tabel 3.1 Tingkatan Inkuiri Menurut Banchi dan Bell (2008)

No	Tingkatan Inkuiri	Masalah	Prosedur	Solusi
1	Inkuiri Konfirmasi (*confirmation inquiry*) Peserta didik memperoleh konsepsi yang dipelajari kemudian konsep tersebut dikonfirmasi melalui penyelidikan	✓	✓	✓
2	Inkuiri terstruktur (*structured inquiry*) Peserta didik menyelidiki permasalahan yang disajikan guru melalui prosedur yang sudah ditentukan	✓	✓	-
3	Inkuiri terbimbing (*guided inquiry*) Peserta didik menyelidiki pertanyaan yang disajikan guru dengan menggunakan prosedur yang dirancang peserta didik	✓	-	-
4	Inkuiri terbuka (*open inquiry*) Peserta didik merumuskan dan menyelidiki permasalahan dari konsep yang dipelajari	-	-	-

Keterangan: ✓ adalah peran guru terhadap proses pengajuan masalah, tahapan prosedur, atau pengajuan solusi

- ### Menurut Llewellyn

Llewellyn (2007) mengelompokkan inkuiri berdasarkan tingkat dominasi peran guru atau peserta didik. Terdapat 4 tipe yaitu inkuiri demonstrasi (*demonstrated inquiry*) atau *discrepant events*, inkuiri terstruktur (*structured inquiry*), inkuiri terbimbing (*guided inquiry*), dan inkuiri penuh (*full inquiry*). Llewellyn mengkategorikan inkuiri yang didominasi oleh guru adalah suatu inkuiri demonstrasi. Berikut penjelasan masing-masing jenis inkuiri menurut Llewellyn (2007).

a. Inkuiri Demonstrasi

Inkuiri demonstrasi disebut juga *discrepant event*, yaitu pembelajaran yang diawali dengan kegiatan demonstrasi yang dilakukan guru untuk mengarahkan atau menarik perhatian peserta didik. Pada inkuiri demonstrasi, fenomena yang didemonstrasikan dirancang bertentangan dengan penalaran sehingga menimbulkan konflik kognitif pada peserta didik. Hal ini dilakukan untuk merangsang minat, memotivasi, dan penggunaan keterampilan berpikir dalam belajar konsep dan prinsip ilmu (Wright dan Govindarajan, 1992). Inkuiri demonstrasi juga berfungsi memunculkan pertanyaan untuk penyelidikan berikutnya.

b. Inkuiri Terstruktur

Inkuiri terstruktur merupakan pembelajaran yang melibatkan peserta didik dalam aktivitas *hands-on* atau laboratorium, mengumpulkan dan mengorganisasi data, dan menarik kesimpulan. Pada inkuiri terstruktur, prosedur penyelidikan atau pemecahan masalah diberikan oleh guru atau diperoleh dari buku teks.

c. Inkuiri Terbimbing

Inkuiri terbimbing yaitu pembelajaran yang diawali dengan pengajuan pertanyaan atau masalah yang akan diselidiki oleh guru dan menunjukkan materi atau bahan yang akan digunakan. Selanjutnya peserta didik merancang dan melaksanakan prosedur penyelidikan. Peserta didik kemudian menarik kesimpulan dan menyusun penjelasan dari data yang dikumpulkan.

d. Inkuiri Penuh (*Full Inquiry*)

Inkuiri penuh (*full inquiry*) yaitu pembelajaran yang memberi kesempatan pada peserta didik untuk mengajukan pertanyaan mengenai suatu topik atau fenomena. Selanjutnya peserta didik merancang kegiatan penyelidikan, mengidentifikasi variabel, melaksanakan penyelidikan untuk menjawab pertanyaan yang mereka ajukan sebelumnya. Pada akhir inkuiri

penuh, peserta didik menarik kesimpulan dan mengajukan penjelasan didukung oleh data yang dikumpulkan serta mengomunikasikan temuan penyelidikan kepada orang lain. Inkuiri penuh menonjolkan kreativitas dan membantu peserta didik untuk menyederhanakan konsep yang bersifat ambigu (bermakna ganda).

Untuk masing-masing tipe inkuiri, sumber pertanyaan, dan prosedur penyelidikan, dapat berasal dari guru atau peserta didik bergantung tingkatannya. Pada inkuiri demonstrasi, pertanyaan dan prosedur berasal dari guru sehingga peran guru lebih dominan. Pada *full inquiry* (inkuiri penuh) baik pertanyaan maupun prosedur pemecahan masalah berasal dari peserta didik, dengan demikian peserta didik lebih dominan. Peran guru dan peserta didik pada berbagai tipe inkuiri disajikan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Tingkatan Inkuiri menurut Llewellyn (2007)

	Inkuiri Demonstrasi	Inkuiri Terstruktur	Inkuiri Terbimbing	Inkuiri Penuh
Pertanyaan	guru	guru	guru	peserta didik
Prosedur	guru	guru	peserta didik	peserta didik
Analisis	guru	peserta didik	peserta didik	peserta didik

Tabel 3.2 menunjukkan sumber pertanyaan, prosedur, dan analisis baik dari guru maupun dari peserta didik. Pada kolom sebelah kiri (inkuiri demonstrasi) peran guru yang dominan. Makin bergeser ke kanan peran peserta didik makin dominan (inkuiri penuh). Dengan kata lain makin ke kanan aktivitas peserta didik makin tinggi.

3. Dukungan Pembelajaran Berbasis Inkuiri

a. Berdasarkan Teori

Pada dasarnya manusia melakukan inkuiri sejak lahir. Proses inkuiri dimulai dengan mengumpulkan informasi dan data dengan menggunakan organ indra seperti melihat, mendengar, menyentuh, merasakan, dan membaui. Premis yang mendasari pembelajaran berbasis inkuiri adalah (1) *need or want to know* (rasa ingin tahu) dan (2) strategi intelektual yang digunakan oleh ilmuwan untuk memecahkan masalah dapat diajarkan kepada peserta didik.

Melibatkan peserta didik dalam inkuiri memungkinkan peserta didik untuk terlibat dalam proses mental yang tinggi (penalaran) dan mengambil keputusan. Sepanjang proses inkuiri, para guru dan peserta didik didorong untuk berpikir kritis, terbuka, dan yang paling penting, rasa ingin tahu (*curiousity*) tentang lingkungan belajar. Peserta didik menjadi lebih sadar bahwa mereka bertanggung jawab atas temuan mereka sendiri. Proses inkuiri memiliki potensi untuk mengembangkan keterampilan, dan disposisi

untuk belajar seumur hidup, misalnya, kemandirian, keterampilan berpikir, kepercayaan diri, pengambilan keputusan, pembelajaran kooperatif dan keterampilan hidup lainnya.

Bruner menjelaskan ada 4 manfaat dari pengalaman belajar melalui proses penemuan jawaban pada pembelajaran berbasis inkuiri sebagai berikut.

1) Meningkatkan proses intelektual. Menurut Bruner, proses penemuan membantu peserta didik belajar cara memecahkan masalah dan belajar dari tugas (*task of learning*). Di samping itu, peserta didik juga belajar untuk menghubungkan informasi yang diperoleh sebelumnya menjadi informasi baru dalam memecahkan masalah sampai memperoleh jawaban yang memuaskan. Melalui pembelajaran berbasis inkuiri peserta didik memperoleh kesempatan yang lebih luas dalam mengembangkan kemampuan intelektualnya.
2) Perubahan penghargaan dari ekstrinsik ke intrinsik. Peserta didik mendapatkan kepuasan dari melakukan manipulasi lingkungan dan pemecahan masalah. Peserta didik dapat mengembangkan kemampuannya untuk tidak merasa puas mencari solusi terhadap suatu masalah.
3) Belajar penemuan. Melalui pembelajaran berbasis inkuiri, peserta didik dilatih untuk belajar menemukan masalah sendiri, berusaha untuk mencari pemecahan masalahnya dengan berbagai aktivitas penyelidikan yang sangat bermanfaat dalam kehidupan. Bruner menjelaskan bahwa proses inkuiri berkenaan dengan belajar bagaimana mengajukan suatu masalah yang dapat dikerjakan dan dipecahkan. Bruner percaya bahwa hanya melalui praktik dan terlibat dalam proses inkuiri seseorang akan dapat belajar memecahkan masalah. Semakin banyak peserta didik belajar dalam proses inkuiri, semakin banyak proses dapat digeneralisasi dari tugas dan masalah yang dapat dipecahkan.
4) Alat untuk proses mengingat. Masalah utama mengingat adalah mendapatkan kembali apa yang pernah diingat. Peserta didik yang memahami bahan yang dipelajari akan lebih cepat diingat.

b. Berdasarkan Empiris

1) Memotivasi Peserta Didik

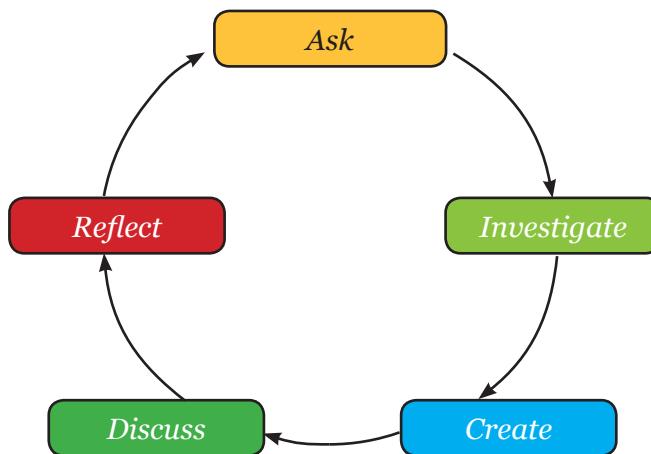
Salah satu alasan utama untuk mendukung suatu pembelajaran inkuiri adalah karena dianggap memotivasi peserta didik lebih kuat. Bransford, dkk. (2003) menyatakan bahwa peserta didik yang difasilitasi pembelajaran berbasis inkuiri mempunyai motivasi yang memengaruhi jumlah waktu dan energi untuk belajar. Selanjutnya dikemukakan bahwa untuk tetap memotivasi, tugas yang diberikan harus menantang dengan tingkat kesulitan yang tepat; jika tugas terlalu mudah peserta didik akan bosan, sedangkan

jika tugas terlalu sulit, peserta didik akan menjadi frustrasi. Senada dengan pendapat Ciardello (2003), peserta didik akan lebih termotivasi untuk belajar dengan memicu rasa ingin tahu mereka. Jadi dengan menghadapkan peserta didik dengan konflik kognitif, peserta didik diminta untuk mencari jawaban dari pertanyaan dengan disertai bukti yang mendukung. Peserta didik juga termotivasi ketika mereka dapat melihat kegunaan dan relevansi apa yang dipelajari dengan kehidupan sehari hari (Bransford, dkk, 2003).

2) Pengembangan Intelektual

Penelitian telah menunjukkan bahwa peserta didik yang terlibat aktif dalam proses inkuiri mampu mengonstruksi pengetahuan sehingga menjadi miliknya, meningkatkan melek huruf dan meningkatkan keterampilan. Brickman, dkk. (2009) dalam penelitiannya menemukan peserta didik yang difasilitasi pembelajaran berbasis inkuiri menunjukkan peningkatan melek ilmu lebih besar dibanding peserta didik yang difasilitasi dengan pembelajaran secara tradisional. Selain itu dalam melakukan keterampilan ilmiah peserta didik yang difasilitasi pembelajaran inkuiri lebih percaya diri dibanding pembelajaran tradisional. Berbagai temuan dari 138 penelitian yang dianalisis menunjukkan, tren positif mendukung pembelajaran yang menekankan peserta didik aktif khususnya pembelajaran berbasis inkuiri, berpikir dan menarik kesimpulan dari data. Pengajaran yang secara aktif melibatkan peserta didik dalam proses pembelajaran melalui penyelidikan ilmiah lebih meningkatkan pemahaman konseptual daripada strategi yang mengandalkan pada teknik pasif (Minner, 2009).

4. Tahapan Pembelajaran Berbasis Inkuiri

Pembelajaran inkuiri memiliki urut-urutan yang disusun sebagai panduan bagi guru dan peserta didik yang akan menerapkannya di kelas. Bruner (1965) menyampaikan langkah-langkah pada pembelajaran berbasis inkuiri sebagai berikut. Peserta didik mengidentifikasi masalah, curah pendapat untuk memecahkan masalah, merumuskan pertanyaan, melakukan penyelidikan, menganalisis dan menginterpretasikan hasil, berdiskusi, melakukan refleksi, dan membuat kesimpulan. Tahap-tahap (sintaks) pembelajaran inkuiri diyakini membantu peserta didik melakukan proses inkuiri. Sintaks inkuiri berikut diusulkan oleh Ong dan Boorich (2006) merupakan model umum yang digunakan oleh guru dalam merancang pembelajaran berbasis inkuiri, yaitu *ask* (merumuskan pertanyaan atau hipotesis), *investigate* (merencanakan penyelidikan dan mengumpulkan data), *create* (menganalisis data dan menginterpretasikan hasil), *discuss* (mendiskusikan temuan penyelidikan dan membuat kesimpulan), *reflect* (melakukan refleksi dan membuat hubungan antarkonsep). Sintaks umum inkuiri tertera pada Gambar 3.1.

Sumber: Ong dan Boorich, 2006

Gambar 3.1 Model Pembelajaran Berbasis Inkuiri

Tahapan (sintaks) yang digunakan oleh guru dalam merancang pembelajaran berbasis inkuiri menurut Joyce dan Weil (2000) sebagai berikut.

1) Identifikasi dan Penetapan Ruang Lingkup Masalah

Tahap ini adalah tahap pengembangan konsep, yaitu menghubungkan fenomena dengan apa yang sudah diketahui peserta didik dan memotivasinya untuk mengajukan pertanyaan sendiri untuk fenomena tersebut. Misalnya, guru melakukan apersepsi dengan bertanya "Apakah kalian pernah bertanya mengapa permen semakin kecil saat kalian mengunyahnya?" Guru mengajukan pertanyaan tersebut bertujuan untuk menarik perhatian peserta didik dalam topik dan melakukan eksplorasi pengetahuan awal peserta didik. Guru memberikan permen karet pada setiap peserta didik, agar peserta didik memiliki pengetahuan yang konkret dan mengalami fenomena tersebut. Dalam kegiatan kelas, para peserta didik melakukan percobaan awal menguji hipotesis dengan dibimbing guru. Guru mengajukan masalah: "Saya telah memerhatikan bahwa ukuran gumpalan karet menurun jauh dalam 10 atau 15 menit pertama mengunyah." Guru mengatakan kepada peserta didik bahwa perubahan dalam volume ini disebabkan oleh hilangnya gula. Setelah menganalisis hasil percobaan awal, peserta didik mengajukan pertanyaan sendiri tentang permen, banyak yang dapat dijawab dengan percobaan serupa. Hal ini berarti, ketika peserta didik mengajukan pertanyaan sendiri sebenarnya peserta didik menjadi pembelajar yang diberdayakan.

2) Merencanakan dan Memprediksi Hasil

Setelah peserta didik mengeksplorasi ide-ide melalui pengalaman bereksperimen, peserta didik merumuskan pertanyaan dan membuat rencana untuk menyelidiki pertanyaan yang mereka ajukan. Selanjutnya peserta didik juga memprediksi dan memikirkan apa yang akan dihasilkan. Hal ini membutuhkan waktu dan latihan sebelum peserta didik belajar bagaimana merumuskan pertanyaan. Penting pada proses ini guru memberi contoh bagaimana mengajukan pertanyaan-pertanyaan yang dapat diselidiki dan membuang pertanyaan-pertanyaan peserta didik yang tidak dapat diselidiki. Dalam contoh ini, pertanyaan-pertanyaan peserta didik yang berkembang meliputi: "Bagaimana akan kerugian berat dibandingkan dalam permen manis dibandingkan permen karet tanpa gula?" Dan "Apakah jumlah massa yang hilang tergantung pada berapa lama Anda mengunyah permen karet?" Bekerja dalam kelompok pembelajaran kooperatif, peserta didik membuat rencana tindakan untuk menyelidiki pertanyaan-pertanyaan mereka dan memprediksi hasilnya.

3) Penyelidikan untuk Pengumpulan Data

Pada tahap ini peserta didik terlibat dalam penyelidikan dan mengumpulkan data. Sangat penting untuk memberi waktu yang cukup pada peserta didik untuk menyelesaikan penyelidikannya. Peserta didik dalam skenario ini memulai investigasi dengan menimbang sepotong permen karet. Selanjutnya permen karet dikunyah selama 15 menit, biarkan kering selama 48 jam, dan timbang lagi.

4) Interpretasi Data dan Mengembangkan Kesimpulan

Pada tahap ini peserta didik menyusun argumen untuk mendukung data dan menguji hipotesis. Peserta didik membuat hubungan generalisasi untuk mengembangkan kesimpulan. Dengan kata lain, peserta didik menganalisis data untuk membuat suatu kesimpulan yang dapat menjawab masalah yang disajikan. Selanjutnya peserta didik mengomunikasikan temuannya (presentasi) dengan berbagai cara. Cara apapun yang digunakan dalam presentasi, peserta didik menyatakan kembali pertanyaan dan prediksi, menggambarkan penyelidikan, dan menginterpretasikan hasil. Masing-masing kelompok diberi kesempatan untuk mengomunikasikan temuannya yaitu membandingkan kadar gula permen karet sebelum dan sesudah dikunyah.

5) Melakukan Refleksi

Pada tahap refleksi, peserta didik dapat mengulang fenomena dan merencanakan penyelidikan lebih lanjut. Sebagai hasil refleksi mungkin muncul pertanyaan baru untuk proses penyelidikan berikutnya. Sebagai contoh, peserta didik merefleksikan temuannya dari investigasi permen karet, pertanyaan baru muncul: “Apakah permen karet dengan rasa yang berbeda dari merek yang sama mengandung kadar gula yang berbeda?” Dan “Apakah permen karet yang dikunyah dalam air liur kehilangan massa lebih banyak daripada permen karet yang dikunyah di air? Peserta didik, melakukan proses penyelidikan sekali lagi dimulai dengan pertanyaan-pertanyaan baru sebagai dasar penyelidikan berikutnya.

5. Kegiatan Guru dan Peserta Didik pada Beberapa Tingkat Inkuiri

Sebagaimana telah dijelaskan, perbedaan berbagai tingkat inkuiri adalah karena perbedaan tingkat peran peserta didik atau tingkat peran guru. Pada Tabel 3.3 menunjukkan kegiatan guru dan peserta didik pada berbagai tipe inkuiri.

Tabel 3.3 Kegiatan Guru dan Peserta Didik pada Pembelajaran Berbasis Inkuiri

Tingkat Inkuiri	Tahap Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Peserta Didik
Inkuiri Demonstrasi	Identifikasi dan penetapan ruang lingkup masalah	▪ Memperkenalkan konsep baru dengan melakukan demonstrasi fenomena IPA ▪ Mengajukan pertanyaan yang menghasilkan respons untuk menilai pemahaman peserta didik tentang konsep	Menghubungkan pengamatan baru dengan pengalaman dan pengetahuan sebelumnya

Tingkat Inkuiri	Tahap Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Peserta Didik
	Merencanakan dan memprediksi hasil	▪ Menunjukkan fenomena pengamatan yang tidak sesuai untuk memunculkan rasa ingin tahu ▪ Menyampaikan prosedur untuk menyelesaikan masalah	Mencari atau memberikan penjelasan yang benar dengan mengamati fenomena
	Penyelidikan untuk pengumpulan data	Memberi petunjuk atau memodelkan prosedur dan proses ilmiah dan keselamatan kerja	Melaksanakan penyelidikan sesuai dengan prosedur
		▪ Interpretasi data dan mengembangkan kesimpulan ▪ Membimbing peserta didik untuk menggambarkan atau menjelaskan pengamatannya ▪ Membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan	▪ Membangun dan mengelaborasi pengamatan dan penjelasan dari sumber lain ▪ Membuat hubungan generalisasi untuk menarik kesimpulan
	Melakukan Refleksi	Mendorong peserta didik untuk berpikir atau melakukan refleksi pada pengetahuan yang baru mereka temukan	Menunjukkan rasa ingin tahu dan perhatian dengan bertanya "apa dan "mengapa"
Inkuiri Terstruktur	Identifikasi dan penetapan ruang lingkup masalah	Memberikan masalah	Mengidentifikasi dan merumuskan masalah

Tingkat Inkuiri	Tahap Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Peserta Didik
	Merencanakan dan memprediksi hasil	▪ Memberikan prosedur langkah demi langkah setiap tahap untuk diikuti ▪ Menyediakan alat dan bahan yang diperlukan	▪ Membaca dan mengikuti arah sesuai dengan lembar kegiatan atau lab ▪ Memperoleh alat dan bahan seperti yang tercantum pada lembar kegiatan atau lab
	Penyelidikan untuk pengumpulan data	Membimbing dan memastikan semua peserta didik pada tugas dan memahami prosedur	▪ Menggunakan keterampilan proses sains untuk mengumpulkan data ▪ Mencatat hasil pengamatan ▪ Mengorganisasi data yang terkumpul dengan grafik atau tabel sehingga tampak pola-pola dan hubungan dalam data
	Interpretasi data dan mengembangkan kesimpulan	Mendorong peserta didik untuk bekerja sebagai sebuah kelompok	▪ Menarik kesimpulan dan merumuskan penjelasan ▪ Mengomunikasikan hasil penyelidikan
	Melakukan Refleksi	Mendorong peserta didik untuk berpikir atau melakukan refleksi pada pengetahuan yang baru mereka temukan	▪ Melakukan evaluasi terhadap proses inkuiri yang telah dilakukan ▪ Mengajukan pertanyaan baru berdasarkan data yang terkumpul
Inkuiri Terbimbing	Identifikasi dan penetapan ruang lingkup masalah	Mengajukan masalah untuk dipecahkan atau pertanyaan untuk diselidiki	Mendefinisikan sifat dan parameter masalah

Tingkat Inkuiri	Tahap Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Peserta Didik
	Merencanakan dan memprediksi hasil	▪ Mendorong peserta didik untuk merancang prosedur atau sarana untuk memecahkan masalah atau jawaban pertanyaan yang diajukan ▪ Mendorong peserta didik untuk memilih dengan tepat alat dan bahan yang diperlukan	▪ *Brainstorming* (curah pendapat) tentang alternatif prosedur dan solusi pemecahan masalah ▪ Memilih atau merancang strategi pemecahan masalah ▪ Memilih alat dan bahan yang dibutuhkan dengan tepat
	Penyelidikan untuk pengumpulan data	▪ Membimbing peserta didik dalam melakukan investigasi dan mendorong tanggung jawab individu para anggota kelompok ▪ Mengarahkan peserta didik untuk memanfaatkan sumber informasi lainnya untuk pemecahan masalah	▪ Mengimplementasi-kan rencana untuk memecahkan masalah ▪ Menggunakan keterampilan proses sains untuk mengumpulkan dan menganalisis informasi ▪ Melakukan observasi, mengumpulkan data, berkomunikasi, dan bekerja sama dengan anggota

Tingkat Inkuiri	Tahap Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Peserta Didik
	Interpretasi data dan mengembangkan kesimpulan	▪ Membimbing peserta didik mengorganisasi data ▪ Membimbing peserta didik cara mengomu-nikasikan temuan dan penjelasannya	▪ Membuat catatan pengamatan ▪ Mengolah data yang terkumpul dalam bentuk grafik dan tabel ▪ Membuat pola-pola dan hubungan dalam data ▪ Menarik kesimpulan dan merumuskan penjelasan ▪ Mengomunikasikan hasil penyelidikan
	Melakukan Refleksi	Mendorong peserta didik untuk berpikir atau melakukan refleksi pada pengetahuan yang baru mereka temukan	▪ Melakukan evaluasi terhadap proses inkuiri yang telah dilakukan ▪ Mengajukan pertanyaan baru berdasarkan data yang terkumpul
Inkuiri Terbuka	Identifikasi dan penetapan ruang lingkup masalah	Memberikan kesempatan pada peserta didik melakukan eksplorasi terbuka untuk memunculkan pertanyaan	Membangun hipotesis, atau prediksi untuk menguji pertanyaan

Tingkat Inkuiri	Tahap Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Peserta Didik
	Merencanakan dan memprediksi hasil	▪ Membimbing peserta didik merancang investigasi, membantu peserta didik mengungkap jawaban dan solusi atas pertanyaan dan masalah ▪ Membimbing peserta didik dalam menentukan alat dan bahan yang diperlukan	▪ Mendesain prosedur untuk menjawab pertanyaan ▪ Menentukan alat dan bahan yang diperlukan
	Penyelidikan untuk pengumpulan data	▪ Membimbing peserta didik dalam melakukan investigasi, dan mendorong tanggung jawab individu para anggota kelompok ▪ Mengarahkan peserta didik memanfaatkan sumber informasi lainnya untuk pemecahan masalah	▪ Mengimplementasi-kan rencana untuk memecahkan masalah ▪ Menggunakan keterampilan proses sains untuk mengumpulkan dan menganalisis informasi tentang masalah ▪ Berkomunikasi dan bekerja sama dengan anggota kelompok lainnya ▪ Melakukan observasi dan mengumpulkan data

Tingkat Inkuiri	Tahap Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Peserta Didik
	Interpretasi data dan mengembangkan kesimpulan	Membimbing peserta didik mengorganisasi data dan cara peserta didik untuk mengomunikasikan temuan dan penjelasannya	▪ Membuat catatan pengamatan ▪ Mengorganisasi data yang terkumpul dalam bentuk grafik dan tabel ▪ Menampakkan pola-pola dan hubungan dalam data ▪ Menarik kesimpulan dan merumuskan penjelasan ▪ Mengomunikasikan hasil penyelidikan
	Melakukan Refleksi	Mendorong peserta didik untuk berpikir atau melakukan refleksi pada pengetahuan yang baru mereka temukan	▪ Melakukan evaluasi terhadap proses inkuiri yang telah dilakukan ▪ Mengajukan pertanyaan baru berdasarkan data yang terkumpul

B. Pembelajaran Berbasis Masalah (*Problem Based Learning*)

Problem Based Learning (PBL) adalah suatu model pembelajaran yang pada mulanya dikembangkan untuk pembelajaran biologi medis pada tahun 1980-an (Waterman, 1998). Woods (1996) menyatakan bahwa PBL merupakan salah satu pilihan model pembelajaran yang paling menarik dan berdaya guna selama lebih dari 30 tahun terakhir, terutama dalam bidang kedokteran. PBL saat ini telah diterapkan pada berbagai bidang kajian. Melalui model PBL, peserta didik diharapkan memiliki keterampilan memecahkan masalah untuk dapat berperan aktif di masa depan secara global, mampu mengembangkan kemampuan dan karakter-karakter seperti berpikir kritis, berpikir kreatif, pemecahan masalah, gemar bekerja sama, terampil mengatur waktu, bertanggung jawab terhadap proses pembelajarannya sendiri (kemampuan metakognisi), bekerja dalam kerangka multi disiplin, berjiwa kepemimpinan tinggi, bertanggung jawab, beretika, berani mengambil keputusan, dan sikap atau karakter positif lainnya. Dari berbagai hasil

penelitian, menunjukkan bahwa model *problem based learning* mempunyai potensi dapat memenuhi harapan terbentuknya sebagian besar keterampilan atau kemampuan, karakter atau sikap yang diperlukan peserta didik dan berperan aktif di masa depan.

1. Pengertian

Terdapat berbagai definisi dari PBL, beberapa di antaranya akan dikemukakan lebih lanjut. Torp dan Sage (2002) mendefinisikan PBL sebagai pembelajaran yang terfokus, terorganisasi dalam penyelidikan dan penemuan masalah-masalah nyata. Peserta didik ditantang sebagai penemu masalah dan pencari akar masalah. Untuk kepentingan tersebut, situasi dan kondisi pembelajaran sedapat mungkin menunjang kegiatan peserta didik dalam proses menjadi pembelajar mandiri.

Sonmez dan Lee (2003) mendefinisikan PBL sebagai model pembelajaran yang menantang peserta didik untuk mencari pemecahan masalah dalam dunia nyata (permasalahan 'terbuka'), secara mandiri atau dalam kelompok. PBL menantang peserta didik untuk mengembangkan keterampilan menjadi pembelajar mandiri. Permasalahan dapat dipilih dari eksploitasi keingintahuan peserta didik terhadap fenomena-fenomena dalam kehidupan sehari-hari peserta didik, dengan menekankan pada penggunaan keterampilan berpikir kritis dan berpikir analitik.

Savery (2006) menyatakan bahwa PBL adalah model yang menekankan pada pembelajaran berbasis *student-centered*, yang dapat memberdayakan peserta didik untuk melakukan penyelidikan, mengintegrasikan teori dan praktik, menerapkan pengetahuan dan keterampilannya untuk mengembangkan penemuan solusi atau pemecahan terhadap masalah tertentu. Ciri khas PBL adalah bahwa guru bertindak sebagai fasilitator pembelajaran, adanya tanggung jawab peserta didik untuk menjadi pembelajar mandiri dan pengarah diri sendiri dalam pembelajaran, dan adanya elemen-elemen penting dalam desain permasalahan yang *ill-structured* (tidak tentu) sebagai tenaga pendorong untuk melakukan inkuiri (Gallagher, dkk., 1995).

Problem Based Learning (PBL) didefinisikan oleh Hmelo-Silver (2004) sebagai model pembelajaran di mana peserta didik difasilitasi untuk belajar menemukan masalah dalam situasi permasalahan yang kompleks atau *ill-structured problem*, yang tidak hanya mempunyai satu macam solusi. Dalam model ini, peserta didik bekerja berkelompok secara kolaboratif untuk mengidentifikasi hal-hal yang mereka perlukan untuk belajar memecahkan masalah, mengarahkan belajar mandiri, mengaplikasikan pengetahuan baru mereka untuk permasalahan itu, serta merefleksi apa yang telah mereka pelajari dan keefektifan strategi yang telah mereka gunakan.

De Gallow (2001) mendeskripsikan PBL sebagai bentuk *student-centered learning*, ialah bentuk pembelajaran di mana setiap peserta didik memperoleh kesempatan belajar yang relevan dengan kebutuhan belajarnya. Bentuk pembelajaran yang demikian bukan berarti guru harus mengerti semua materi untuk diberikan kepada peserta didik dengan berbagai kepentingan, kebutuhan, dan karakteristiknya, melainkan lebih sebagai tutor yang menunjukkan apa yang telah peserta didik ketahui, apa yang belum, dan apa yang semestinya dicari, yang merupakan tanggung jawab masing- masing peserta didik. Pemberian tugas dan aktivitas yang menantang dan menuntut pemikiran peserta didik akan dapat meningkatkan motivasi peserta didik untuk belajar mencari, menganalisis, dan menentukan jawaban terkait tugas dan aktivitas itu.

Sockalingam dan Schmidt (2011) menjelaskan bahwa PBL didasarkan pada prinsip bahwa peserta didik tidak hanya memperoleh pengetahuan tetapi juga bahwa mereka tahu bagaimana menerapkan pengetahuan ini dalam situasi nyata. Pada pembelajaran PBL, peserta didik membahas dan menganalisis masalah dalam kelompok. Hal ini menyebabkan beberapa isu atau topik yang membutuhkan eksplorasi. Peserta didik kemudian menggunakan isu atau topik yang belum terselesaikan sebagai pedoman untuk mengarahkan kegiatan belajar mereka.

Arends (2008) menjelaskan ciri-ciri PBL seperti berikut ini.

a. Mengajukan pertanyaan atau masalah

Problem Based Learning (PBL) mengorganisasikan pertanyaan dan masalah yang penting secara sosial dan secara pribadi bermakna bagi peserta didik. Pertanyaan dan masalah tersebut hendaknya terkait dengan situasi kehidupan nyata, diupayakan menghindari jawaban sederhana, dan memungkinkan adanya berbagai macam solusi untuk pertanyaan dan masalah tersebut.

b. Berfokus pada keterkaitan antardisiplin

Masalah aktual hendaknya dipilih untuk dikaji pemecahannya, yang dapat ditinjau dari berbagai segi, meskipun PBL berpusat pada mata pelajaran tertentu (seperti IPA, matematika, atau IPS). Sebagai contoh, masalah pencemaran, dapat ditinjau dari segi biologi, ekonomi, kesehatan, sosial, dan sebagainya.

c. Penyelidikan autentik

Problem Based Learning (PBL) menghendaki peserta didik melakukan penyelidikan autentik untuk mencari penyelesaian masalah yang nyata. Peserta didik hendaknya menganalisis dan menentukan masalah, mengembangkan hipotesis dan membuat prediksi, mengumpulkan dan menganalisis informasi, melakukan eksperimen (jika diperlukan), membuat

inferensi dan merumuskan kesimpulan. Model yang digunakan tergantung pada masalah yang sedang dikaji.

d. Menghasilkan dan memamerkan produk atau hasil karya

Problem Based Learning (PBL) menuntut peserta didik untuk menghasilkan produk tertentu dalam berbagai bentuk seperti presentasi laporan, transkrip debat, model fisik, video, program komputer, atau yang lain. Produk tersebut bertujuan untuk menunjukkan apa yang telah dilakukan peserta didik pada peserta didik-peserta didik yang lain.

e. Kerja sama

Problem Based Learning (PBL) juga dicirikan oleh adanya kerja sama antarpeserta didik, dalam bentuk berpasangan atau dalam kelompok kecil. Bekerja sama antarpeserta didik dapat memberikan motivasi untuk bekerja bersama dalam tugas-tugas yang lebih kompleks dan meningkatkan peluang untuk berbagi inkuiri dan berdialog untuk mengembangkan keterampilan sosial.

2. Dukungan *Problem Based Learning*

a. Dukungan PBL secara Teoritis

Problem Based Learning (PBL) tidak banyak berfokus pada apa yang dikerjakan peserta didik (perilaku peserta didik) tetapi pada apa yang mereka pikirkan (kognisi mereka) selama mereka mengerjakannya. Arends (2008) melacaknya dari tiga aliran pikiran teori belajar, yaitu Dewey dan kelas berorientasi masalah; Piaget, Vygotsky, dan konstruktivisme; dan Bruner dan *discovery learning*.

1) Dewey dan Kelas Berorientasi Masalah

Menurut Arends (2008), PBL berakar dari gagasan Dewey tentang pendidikan, bahwa sekolah mestinya mencerminkan masyarakat yang lebih besar dan kelas merupakan laboratorium untuk memecahkan masalah kehidupan nyata. Dewey menganjurkan kepada guru untuk mendorong peserta didik terlibat dalam proyek atau tugas berorientasi masalah dan membantu mereka menyelidiki masalah-masalah intelektual dan sosial. Pembelajaran di sekolah seharusnya memiliki manfaat yang jelas dan tidak abstrak saja dan pembelajaran yang memiliki manfaat terbaik dapat dilakukan oleh peserta didik dalam kelompok-kelompok kecil untuk menyelesaikan proyek yang menarik yang merupakan pilihan mereka sendiri. Visi dari pembelajaran adalah yang bermanfaat nyata dan berpusat pada peserta didik, didukung keingintahuan peserta didik untuk mengeksplorasi situasi yang berarti bagi peserta didik.

2) Piaget, Vygotsky, dan Konstruktivisme

Arends (2008) juga menjelaskan bahwa PBL dilandasi oleh konsep konstruktivisme yang dikembangkan Jean Piaget dan Lev Vygotsky. Dalam penjelasannya tentang bagaimana perkembangan intelektual pada anak kecil, Piaget menegaskan bahwa anak memiliki rasa ingin tahu bawaan dan secara terus menerus berusaha ingin memahami dunia di sekitarnya. Rasa ingin tahu ini, menurut Piaget dapat memotivasi mereka untuk secara aktif membangun tampilan dalam otak mereka mengenai lingkungan yang mereka hayati. Pada saat mereka tumbuh semakin dewasa dan memperoleh lebih banyak kemampuan bahasa dan memori, tampilan mental mereka tentang dunia menjadi lebih luas dan lebih abstrak. Sementara itu pada semua tahap perkembangan, anak perlu memahami lingkungan mereka dan memotivasinya untuk menyelidiki dan membangun teori-teori yang menjelaskan lingkungan itu. Di atas pandangan konstruktivis-kognitif inilah PBL dikembangkan.

Pandangan ini lebih lanjut mengemukakan bahwa peserta didik dalam segala usia secara aktif terlibat dalam proses perolehan informasi dan membangun pengetahuan mereka sendiri. Pengetahuan tidak statis namun secara terus menerus tumbuh dan berubah pada saat peserta didik menghadapi pengalaman baru yang memaksa mereka membangun dan memodifikasi pengetahuan awal mereka. Menurut Piaget, pedagogi yang baik harus melibatkan anak dengan situasi-situasi di mana anak secara mandiri melakukan eksperimen, dalam arti mencoba segala sesuatu untuk melihat apa yang terjadi, memanipulasi tanda atau simbol, mengajukan pertanyaan dan menemukan sendiri jawabannya, mencocokkan apa yang mereka temukan pada suatu saat dengan apa yang ia temukan pada saat yang lain, dan membandingkan temuannya dengan temuan anak lain.

Lev Vigotsky percaya bahwa perkembangan intelektual terjadi pada saat individu berhadapan dengan pengalaman baru yang menantang dan ketika mereka berusaha untuk memecahkan masalah yang dimunculkan oleh pengalaman. Dalam upaya mendapatkan pemahaman, individu mengkaitkan pengetahuan baru dengan pengetahuan lama yang telah dimilikinya untuk membangun pengertian baru. Keyakinan Vigotsky berbeda dengan keyakinan Piaget dalam beberapa hal penting. Piaget memusatkan pada tahap-tahap perkembangan intelektual yang didahului oleh semua individu tanpa memandang latar konteks sosial dan budaya, sedangkan Vigotsky memberi tempat yang lebih penting pada aspek sosial pembelajaran. Vigotsky percaya bahwa interaksi sosial dengan teman lain memacu terbentuknya ide baru dan memperkaya perkembangan intelektual peserta didik.

3) Bruner dan Discovery Learning

Jerome Bruner, seorang ahli psikologi dari Universitas Harvard mengemukakan teori pendukung penting dalam pendidikan yang dikenal dengan pembelajaran penemuan, yaitu satu model pengajaran yang menekankan pentingnya membantu peserta didik memahami struktur atau ide kunci dari suatu disiplin ilmu, perlunya peserta didik aktif terlibat dalam proses pembelajaran, dan suatu keyakinan bahwa pembelajaran yang sebenarnya terjadi melalui penemuan pribadi. Tujuan pendidikan tidak hanya meningkatkan banyaknya pengetahuan peserta didik tetapi juga menciptakan kemungkinan-kemungkinan untuk penemuan peserta didik. Ketika pembelajaran penemuan diterapkan, pembelajaran ini menekankan penalaran induktif dan proses-proses inkuiri yang merupakan ciri dari model ilmiah. PBL pada intinya adalah melakukan proses inkuiri itu. PBL juga berdasarkan konsep lain dari Bruner yaitu *scaffolding*. *Scaffolding* adalah suatu proses belajar di mana seorang peserta didik dibantu menuntaskan masalah tertentu melampaui kapasitas perkembangannya melalui bantuan dari seorang guru atau orang lain yang memiliki kemampuan lebih.

Problem Based Learning (PBL) merupakan salah satu model dari pendekatan kontekstual (*Contextual Teaching and Learning*/CTL). Pendekatan ini merupakan konsep belajar yang membantu guru mengkaitkan antara materi yang diajarkannya dengan situasi dunia nyata peserta didik serta mendorong peserta didik membuat hubungan antara pengetahuan yang dimiliki dengan penerapannya dalam kehidupan mereka sebagai anggota keluarga dan masyarakat. Dengan konsep ini hasil belajar diharapkan lebih bermakna bagi peserta didik. Proses pembelajaran berlangsung alamiah dalam bentuk kegiatan peserta didik bekerja dan mengalami, dan bukan transfer pengetahuan dari guru ke peserta didik. Peranan guru adalah membantu peserta didik dalam mencapai tujuannya, tidak hanya sekedar memberikan materi.

b. Dukungan PBL secara Empiris

Tujuan utama PBL menurut Sonmez dan Lee (2003) adalah bahwa pembelajaran bukan hanya untuk memperoleh pengetahuan melainkan juga untuk memberdayakan kapabilitas atau kemampuan. Efektivitas PBL tergantung pada kealamiahan ketertarikan peserta didik dan budaya kelas, serta kelayakan tugas yang dibebankan pada peserta didik. Penggagas PBL yakin bahwa apabila peserta didik mengembangkan prosedur pemecahan permasalahan mereka sendiri, mereka akan mengintegrasikan pengetahuan konseptual dengan keterampilan prosedural mereka. PBL dirancang tidak untuk membantu guru memberikan informasi sebanyak-banyaknya kepada peserta didik, namun PBL lebih diarahkan untuk membantu peserta didik mengembangkan keterampilan berpikir dan keterampilan menyelesaikan

masalah dan keterampilan intelektualnya, mempelajari peranan orang dewasa melalui berbagai situasi riil atau situasi yang disimulasikan agar menjadi peserta didik yang mandiri (Arends, 2008)

Woods (1996) menyatakan bahwa PBL berdaya guna dalam pembelajaran karena beberapa alasan. Pertama, PBL memacu peserta didik mempelajari prinsip-pinsip dasar suatu subyek (pengetahuan) yang diperlukan untuk pemecahan masalah. Pengetahuan tersebut dipelajari dengan cara yang berbeda dibanding pembelajaran 'tradisional', dan hal ini akan meningkatkan kemampuan peserta didik dalam mengingat dan menggunakan pengetahuan tersebut. Kedua, PBL menawarkan kesempatan untuk praktik, menggunakan, (dan mungkin juga mengembangkan) berbagai keterampilan proses seperti pemecahan masalah, keterampilan interpersonal, keterampilan kelompok; kemampuan mengatasi perubahan, keterampilan belajar mandiri, dan kemampuan mengakses diri sendiri. Ketiga, PBL dapat meningkatkan berbagai prinsip pembelajaran seperti aktif, bekerja sama, cepat memberi umpan balik, dan lainnya.

Smith (1995) mengungkap keuntungan PBL. Menurutnya, PBL memberi kesempatan pada peserta didik untuk memanfaatkan pengetahuan yang telah dimilikinya selama mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan keterampilan evaluasinya melalui analisis terhadap permasalahan dunia nyata. Lebih lanjut dinyatakan bahwa PBL menekankan pada pengembangan keterampilan berpikir dan kemampuan kognitif peserta didik. Peserta didik yang terlibat dalam PBL terbukti lebih sering memanfaatkan perpustakaan dan sumber-sumber informasi lainnya untuk mendukung pembelajarannya. Peserta didik memiliki keterampilan belajar mandiri, yang merupakan bekal untuk belajar lebih lanjut. PBL membelajarkan peserta didik untuk memiliki pendekatan yang lebih holistik, lebih siap mengintegrasikan informasi baru, beradaptasi terhadap perubahan dan bekerja sama dalam tim. Secara umum PBL meningkatkan keinginan peserta didik untuk belajar dan mengembangkan kompetensinya.

Berdasar hasil kajian Yazdani (2002), Nur (2011) merinci hasil-hasil PBL berikut ini. (1) Keterampilan-keterampilan pemecahan masalah. (2) Keterampilan-keterampilan belajar yang diarahkan oleh diri sendiri. (3) Kemampuan menemukan dan menggunakan sumber daya yang sesuai. (4) Berpikir kritis. (5) Dasar pengetahuan yang dapat diukur. (6) Kemampuan kinerja. (7) Keterampilan-keterampilan sosial dan etika. (8) Memenuhi kebutuhan diri sendiri dan memotivasi diri sendiri. (9) Terampil menggunakan komputer. (10) Keterampilan-keterampilan kepemimpinan. (11) Kemampuan bekerja sama dalam tim. (12) Keterampilan-keterampilan komunikasi. (13) Berpikir proaktif. (14) Kemampuan-kemampuan yang sesuai dengan tuntutan dunia kerja

3. Tahapan *Problem Based Learning*

Ide dasar dari PBL sebenarnya cukup sederhana, yaitu pembelajaran melalui penemuan masalah. Belajar apa? Yaitu belajar tentang 'isi' (fakta, konsep, keterampilan, algoritma) dan belajar bagaimana mencari penyelesaian masalah dan atau berpikir kritis. Savery (2006) menyatakan bahwa kunci keberhasilan PBL terletak pada tahap pemilihan masalah dan guru yang merupakan pemandu proses pembelajaran dan yang mengarahkan tanya jawab pada proses penyimpulan pengalaman belajar. Pola umum PBL adalah: (1) hadapkan peserta didik pada masalah autentik, (2) peserta didik mencari informasi yang relevan dengan masalah dan model untuk memecahkan masalah, baik secara individual atau dalam kelompok, (3) peserta didik mengembangkan, mengasses dan mempresentasikan pemecahan masalah. Secara lebih khusus, berikut ini diberikan sintaks (tahapan) PBL menurut Arends (2008). PBL terdiri dari lima tahap utama yang dimulai dari guru memperkenalkan kepada peserta didik suatu situasi masalah dan diakhiri dengan penyajian dan analisis hasil kerja peserta didik. Jika masalah yang dikaji tergolong 'ringan', kelima tahapan dapat diselesaikan dalam sekali pertemuan; jika sedang sedang saja, kelima tahapan mungkin dapat diselesaikan dalam 2 sampai 3 kali pertemuan; dan bila masalahnya kompleks mungkin akan memerlukan waktu lebih lama. Kelima tahapan (sintaks PBL) ini dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Sintaks Pelaksanaan Pembelajaran PBL

Langkah-langkah Pokok	Kegiatan Guru
Tahap 1 Memberikan orientasi tentang permasalahan pada peserta didik	Menjelaskan tujuan pembelajaran, menjelaskan kebutuhan-kebutuhan yang diperlukan, dan memotivasi peserta didik agar terlibat pada kegiatan pemecahan masalah
Tahap 2 Mengorganisasi peserta didik untuk meneliti	Membantu peserta didik menentukan dan mengatur tugas belajar yang berkaitan dengan masalah yang diangkat
Tahap 3 Membimbing penyelidikan peserta didik secara mandiri maupun kelompok	Mendorong peserta didik untuk mengumpulkan informasi yang sesuai, melaksanakan eksperimen untuk mendapatkan penjelasan dan pemecahan masalah
Tahap 4 Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Membantu peserta didik dalam merencanakan dan menyiapkan karya yang sesuai, seperti laporan, video, model; dan membantu peserta didik dalam berbagi tugas dengan temannya untuk menyampaikan kepada orang lain

Langkah-langkah Pokok	Kegiatan Guru
Tahap 5 Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Membantu peserta didik melakukan refleksi dan mengadakan evaluasi terhadap penyelidikan dan proses-proses belajar yang mereka lakukan

Sumber: Arends, 2008

Kegiatan guru dan peserta didik yang terkait dengan kelima tahapan pada Tabel 3.4 (Arends, 2008), dijelaskan berikut ini.

a. Memberikan Orientasi tentang Permasalahan pada Peserta Didik

Pada awal PBL, guru menjelaskan tujuan pembelajaran dengan jelas, menumbuhkan sikap positif terhadap pembelajaran, dan menjelaskan apa yang diharapkan dilakukan oleh peserta didik. Guru juga perlu menjelaskan proses dan prosedur PBL apabila peserta didik belum mengetahui proses atau prosedur PBL secara rinci. Hal-hal yang perlu ditegaskan pada peserta didik adalah sebagai berikut.

1) Tujuan utama belajar bukan memperoleh pengetahuan baru sebanyak-banyaknya, akan tetapi lebih kepada belajar cara menyelidiki masalah penting dan pentingnya menjadi pembelajar mandiri.
2) Masalah atau pertanyaan yang diselidiki tidak memiliki jawaban mutlak 'benar', dan mungkin masalah yang kompleks dapat mempunyai banyak cara pemecahan masalah yang adakalanya saling bertentangan.
3) Selama tahap penyelidikan, peserta didik didorong untuk mengajukan pertanyaan dan mencari informasi. Peserta didik berusaha belajar mandiri atau bersama temannya, tetapi guru harus siap menjadi pembimbing.
4) Selama tahap analisis dan penyajian, peserta didik didorong untuk menyatakan ide-idenya secara terbuka dan bebas, tidak boleh ada yang mentertawakan, baik guru maupun sesama peserta didik. Semua peserta didik mempunyai kesempatan yang sama untuk melakukan penyelidikan dan mengungkapkan ide-idenya.

Pada tahap ini guru menyajikan situasi masalah dengan hati-hati dan semenarik mungkin dengan memberi kesempatan pada peserta didik untuk melihat, merasakan, menyentuh, atau sesuatu yang memunculkan ketertarikan dan memotivasi inkuiri. Guru hendaknya berupaya melibatkan seluruh peserta didik untuk mengidentifikasi masalah. Penyuguhan sesuatu yang tidak dapat diperkirakan dan mengejutkan, dapat menarik tersendiri bagi peserta didik. Sebagai contoh, demonstrasi yang menunjukkan air mengalir ke atas, es yang mencair pada suhu dingin, rekaman video masalah nyata seperti kebakaran hutan atau polusi atau hal lainnya. Hal yang terpenting pada tahap ini adalah membangkitkan rasa ingin tahu peserta didik untuk melakukan penyelidikan.

b. Mengorganisasi Peserta Didik untuk Meneliti

Problem Based Learning (PBL) menghendaki guru untuk mengembangkan keterampilan bekerja sama antarpeserta didik, membantu peserta didik untuk menyelidiki permasalahan bersama-sama, membantu peserta didik merencanakan penyelidikan mereka dan membuat pelaporannya. Dengan demikian, diharapkan pembelajaran selanjutnya dilakukan secara berkelompok. Pembentukan kelompok ini dapat dilakukan atas dasar alasan-alasan tertentu, misalnya berdasarkan tingkat kemampuan, keragaman ras, etnis, atau jenis kelamin. Dapat pula ditentukan atas dasar kesamaan minat atau berdasarkan persahabatan yang sudah terjalin sebelumnya. Guru dapat menentukan kelompok atas dasar apapun, namun yang terpenting adalah guru perlu memberikan alasan yang kuat tentang pembentukan kelompok tersebut.

Setelah pembentukan kelompok, guru dan peserta didik menentukan subtopik-subtopik yang spesifik, tugas-tugas penyelidikan, dan jadwalnya. Masalah yang umum dapat dibagi-bagi, misalnya topik cuaca, dapat dibagi menjadi hujan asam, badai, awan, dan sebagainya. Akumulasi dari semua kegiatan tersebut diharapkan akan menghasilkan pemecahan masalah terhadap masalah umum tersebut. Untuk proyek yang besar dan memerlukan waktu cukup panjang, perlu dibuat jadwal rinci. Guru hendaknya mengupayakan semua peserta didik terlibat aktif dalam kegiatan penyelidikan.

c. Membimbing Penyelidikan Peserta Didik secara Mandiri maupun Kelompok

Penyelidikan dalam PBL dapat dilakukan peserta didik secara mandiri, berpasangan, atau berkelompok. Sekalipun setiap masalah dapat dilakukan dengan teknik penyelidikan yang berbeda, pada umumnya PBL melibatkan kegiatan pengumpulan data dan eksperimentasi, berhipotesis dan menjelaskannya, serta memberikan pemecahan masalahnya.

1) Pengumpulan Data dan Eksperimentasi

Guru hendaknya membantu peserta didik mengumpulkan informasi dari berbagai sumber dan mengajukan pertanyaan agar peserta didik memikirkan masalah dan mencari informasi yang diperlukan untuk memecahkan masalah. Peserta didik perlu dibelajarkan bagaimana menjadi penyelidik yang aktif dan bagaimana menggunakan model-model yang sesuai dengan permasalahan yang sedang dikaji, misalnya wawancara, observasi, mengukur, atau membuat catatan. Peserta didik juga perlu dibelajarkan bagaimana etika penyelidikan yang benar. Tahap ini sangat penting, karena peserta didik mengumpukan informasi yang cukup untuk menciptakan ide-

ide, diupayakan tidak hanya berupa kegiatan mencari jawaban dalam buku, meskipun Niederhoffer (1999) menyatakan bahwa buku bacaan merupakan tahap awal dalam mencari informasi.

2) Mengembangkan Hipotesis, Menjelaskan, dan Memberikan Pemecahan

Setelah peserta didik mengumpulkan cukup data dan melakukan penyelidikan pada masalah yang dikaji, peserta didik akan mulai menyampaikan hipotesis, penjelasan, dan solusi pemecahan masalah. Pada tahap ini, guru mendorong peserta didik mengungkap semua idenya dan guru menerima sepenuhnya. Seperti halnya pada tahap pengumpulan data dan eksperimentasi, guru juga mengajukan pertanyaan yang membuat peserta didik berpikir tentang kelayakan hipotesis dan pemecahan masalah yang mereka ajukan, serta tentang kualitas informasi yang mereka kumpulkan. Beberapa contoh pertanyaan yang dapat diajukan pada tahap ini: ”Apa yang perlu kalian ketahui agar kalian merasa yakin bahwa solusi kalian memang yang terbaik?“, atau ”Apa yang dapat kalian lakukan untuk menguji kelayakan solusi kalian?“, atau ”Apa solusi lain yang dapat kalian usulkan?“ Selama tahap penyelidikan, guru semestinya selalu siap memberikan bantuan tanpa mencampuri kegiatan peserta didik. Pada proyek tertentu dan untuk peserta didik tertentu, guru perlu di dekat peserta didik untuk membantu menemukan bahan dan mengingatkan mereka tentang tugas yang harus mereka selesaikan. Namun, guru mungkin dapat membiarkan peserta didik tertentu untuk berinisiatif sendiri.

Mengapa mereka menerima penjelasan tertentu dibanding yang lainnya? Mengapa mereka menolak penjelasan tertentu? Apakah mereka mengubah pikiran tentang suatu permasalahan selama proses penyelidikan? Apa yang menyebabkan terjadinya perubahan itu? Apa yang akan mereka lakukan di masa yang akan datang? Dan sebagainya.

Pada penerapan PBL, adakalanya guru menemui beberapa permasalahan terutama terkait dengan peserta didik yang “lambat belajar”. Kemungkinan terdapat peserta didik yang kurang memiliki keterampilan bekerja secara mandiri. Berikut beberapa upaya yang dapat dilakukan guru (Arends, 2008).

- Memberi lebih banyak arahan tentang keterampilan investigasi (penyelidikan), seperti cara menemukan informasi, menarik inferensi dari data yang ada, dan menganalisis hipotesis terutama hipotesis yang berlawanan.
- Meluangkan lebih banyak waktu untuk menjelaskan PBL dan harapan atas hasil kerja peserta didik.
- Meluangkan lebih banyak waktu untuk peserta didik pada setiap tahapan penyelidikan.
- Menetapkan jadwal yang lebih teliti untuk memeriksa kemajuan penyelidikan, dan menanyakan tanggung jawab peserta didik atas penyelesaian tugasnya.

Mendampingi peserta didik “lambat belajar” dalam pengembangan keterampilan penyelidikan merupakan pengalaman tersendiri bagi guru, dan apabila berhasil, mungkin merupakan salah satu pengalaman paling mengesankan bagi guru. Mungkin juga ada kendala lain dalam pelaksanaan PBL, misalnya sekolah kurang memiliki perpustakaan dan sumber daya teknologi yang terbatas, terbatasnya jam pelajaran, dan lainnya. Semuanya memerlukan kreativitas guru dalam memecahkan masalah yang ada.

C. Pembelajaran Berbasis Proyek (*Project Based Learning*)

1. Pengertian *Project based learning*

Project Based Learning (PjBL) dapat diterjemahkan menjadi pembelajaran berbasis proyek. Untuk membedakan dengan *problem based learning* (PBL), *Project based learning* disingkat dengan PjBL. Istilah PjBL (*project based learning*) memang sering dipertukarbalikkan dengan *problem based learning* (PBL). Seringkali keduanya juga sama-sama disingkat dengan PBL, sehingga makin rancu, meskipun sebenarnya di antara keduanya berbeda. Keduanya menekankan lingkungan belajar peserta didik aktif, kerja kelompok (kolaboratif), dan teknik evaluasi autentik (*authentic assessment*). Perbedaannya terletak pada perbedaan objek.

Project Based Learning (PjBL) dan *Problem Based Learning* (PBL) memiliki beberapa kesamaan karakteristik. Keduanya adalah model pembelajaran yang dimaksudkan untuk melibatkan peserta didik di dalam tugas-tugas autentik dan dunia nyata agar dapat memperluas belajar mereka. Peserta didik diberi tugas proyek atau problem yang *open-ended* dengan lebih dari satu pendekatan atau jawaban. Kedua model ini juga dinyatakan sebagai model yang *student-centered*, dan menempatkan peranan guru sebagai fasilitator. Peserta didik dilibatkan dalam PjBL atau PBL, bekerja di dalam kelompok secara kolaboratif dan didorong mencari berbagai informasi dari berbagai sumber yang berhubungan dengan proyek atau masalah yang dikerjakan. Model ini menekankan pengukuran hasil belajar autentik dengan basis unjuk kerja (*performance-based assessment*).

Project Based Learning (PjBL) adalah suatu model pembelajaran yang menggunakan suatu proyek dalam proses pembelajaran. Proyek yang dikerjakan oleh peserta didik dapat berupa proyek mandiri atau kelompok dan dilaksanakan dalam jangka waktu tertentu, menghasilkan sebuah produk, yang hasilnya kemudian akan ditampilkan atau dipresentasikan. Proyek tersebut berfokus pada pemecahan masalah yang berhubungan dengan kehidupan peserta didik. Pembelajaran berbasis proyek merupakan bagian dari model pembelajaran yang berpusat pada peserta didik *student-centered*).

Berikut pengertian lain PjBL, yang sebenarnya tidak jauh berbeda, sekalipun ada yang menyebutnya sebagai metode, pendekatan, atau cara dalam pembelajaran.

a. *Project Based Learning* (PjBL) adalah metode pengajaran sistematik yang mengikutsertakan peserta didik ke dalam pembelajaran pengetahuan dan keahlian yang kompleks, pertanyaan autentik dan perancangan produk dan tugas (University of Nottingham, 2003).

b. *Project Based Learning* (PjBL) adalah pendekatan pembelajaran secara konstruktif untuk pendalaman pembelajaran dengan pendekatan berbasis riset terhadap permasalahan dan pertanyaan yang berbobot, nyata, dan relevan bagi kehidupannya (Barron, 1998).

c. *Project Based Learning* (PjBL) adalah proses pembelajaran yang berpusat pada proses, relatif berjangka waktu, berfokus pada masalah, unit pembelajaran bermakna dengan mengitegrasikan konsep-konsep dari sejumlah komponen pengetahuan, atau disiplin, atau wilayah kajian (Blumenfeld, dkk., 1991).

d. *Project Based Learning* (PjBL) adalah cara yang konstruktif dalam pembelajaran menggunakan permasalahan sebagai stimulus dan berfokus kepada aktivitas peserta didik (Boud & Felleti, 1991).

e. *Project Based Learning* (PjBL) adalah pendekatan pembelajaran yang memiliki karakteristik sebagai berikut: (a) peserta didik membuat keputusan tentang sebuah kerangka kerja, (b) adanya permasalahan atau tantangan yang diajukan kepada peserta didik, (c) peserta didik mendesain proses untuk menentukan solusi atas permasalahan atau tantangan yang diajukan, (d) peserta didik secara kolaboratif bertanggungjawab untuk mengakses dan mengelola informasi untuk memecahkan permasalahan, (e) proses evaluasi dijalankan secara kontinyu, (f) peserta didik secara berkala melakukan refleksi atas aktivitas yang sudah dijalankan, (g) produk akhir aktivitas belajar akan dievaluasi secara kualitatif, (h) situasi pembelajaran sangat toleran terhadap kesalahan dan perubahan (Global SchoolNet, 2000).

Pada PjBL peserta didik dapat berkolaborasi dan melakukan investigasi atau penyelidikan dalam kelompok kolaboratif antara 4-5 orang. Keterampilan-keterampilan yang dibutuhkan dan dikembangkan oleh peserta didik dalam tim adalah merencanakan, mengorganisasikan, negosiasi, dan membuat konsensus atau kesepakatan tentang tugas yang dikerjakan, siapa yang mengerjakan apa, dan bagaimana mengumpulkan informasi yang dibutuhkan dalam berinvestigasi. Keterampilan yang dibutuhkan dan yang akan dikembangkan oleh peserta didik merupakan keterampilan yang esensial sebagai landasan untuk keberhasilan proyek mereka. Keterampilan-keterampilan yang dikembangkan melalui kolaborasi dalam tim menyebabkan

pembelajaran menjadi aktif, di mana setiap individu memiliki keterampilan yang bervariasi sehingga setiap individu mencoba menunjukkan keterampilan yang mereka miliki dalam kerja tim mereka. Pembelajaran secara aktif dapat memimpin peserta didik ke arah peningkatan keterampilan dan kinerja ilmiah. Kinerja ilmiah tersebut mencakup prestasi akademis, mutu interaksi hubungan antarpribadi, rasa harga diri, persepsi dukungan sosial lebih besar, dan keselarasan antarpara peserta didik.

Tidak semua kegiatan belajar aktif dan melibatkan proyek dapat disebut PjBL. Berangkat dari pertanyaan "Apa yang harus dimiliki proyek belajar agar dapat digolongkan sebagai PjBL?". Berikut ini adalah lima kriteria apakah suatu pembelajaran berproyek termasuk sebagai PjBL. Lima kriteria itu adalah (a) keterpusatan (*centrality*), (b) berfokus pada pertanyaan atau masalah, (c) investigasi konstruktif atau desain, (d) kemandirian peserta didik, dan (e) realisme. Berikut ini penjelasannya.

a. Proyek dalam PjBL adalah terfokus pada pertanyaan atau masalah, yang mendorong peserta didik mempelajari konsep-konsep dan prinsip-prinsip inti atau pokok dari mata pelajaran. Definisi proyek (bagi peserta didik) harus dibuat sedemikian rupa agar terjalin hubungan antara aktivitas dan pengetahuan konseptual yang melatarinya. Proyek biasanya dilakukan dengan pengajuan pertanyaan-pertanyaan yang belum dapat dipastikan jawabannya atau *ill-defined problem*. Proyek dalam PjBL dapat dirancang secara tematik, atau gabungan (*intersection*) topik-topik dari dua atau lebih mata pelajaran.

b. Proyek melibatkan peserta didik dalam investigasi konstruktif. Investigasi mungkin berupa proses desain, pengambilan keputusan, penemuan masalah, pemecahan masalah, diskoveri, atau proses pengembangan model. Proyek pada PjBL merupakan aktivitas inti yang meliputi transformasi dan konstruksi pengetahuan (dengan pengertian: pemahaman baru, atau keterampilan baru) pada pihak peserta didik. Jika inti kegiatan proyek tidak menyajikan "tingkat kesulitan" bagi anak, atau dapat dilakukan dengan penerapan informasi atau keterampilan yang siap dipelajari, proyek yang dimaksud adalah tak lebih dari sebuah latihan, dan bukan proyek PjBL yang dimaksud.

c. *Project Based Learning* (PjBL) lebih mengutamakan kemandirian, pilihan, waktu kerja yang tidak bersifat kaku, dan tanggung jawab peserta didik daripada proyek tradisional dan pembelajaran tradisional.

d. Proyek adalah realistik. Karakteristik proyek memberikan ke autentikan pada peserta didik. Karakteristik ini boleh jadi meliputi topik, tugas, peranan yang dimainkan peserta didik, konteks di mana kerja proyek dilakukan, produk yang dihasilkan, atau kriteria di mana produk-

produk atau unjuk kerja dinilai. PjBL melibatkan tantangan-tantangan kehidupan nyata, berfokus pada pertanyaan atau masalah autentik (bukan simulatif), dan pemecahannya berpotensi untuk diterapkan di lapangan yang sesungguhnya.

Selama berlangsungnya proses belajar dalam PjBL, guru berperan sebagai fasilitator dan evaluator, dengan rincian tugas berikut ini.

a. Menyusun masalah yang akan dipecahkan.
b. Membantu penyediaan sumber baik cetak maupun elektronik.
c. Mengatur kelompok dan menciptakan suasana belajar yang nyaman.
d. Memastikan bahwa sebelum mulai setiap kelompok telah memiliki seorang anggota yang bertugas membaca materi, sementara teman-temannya mendengarkan, dan seorang anggota yang bertugas mencatat informasi yang penting sepanjang jalannya diskusi.
e. Memberikan materi atau informasi pada saat yang tepat, sesuai dengan perkembangan kelompok.
f. Memastikan bahwa setiap sesi diskusi kelompok diakhiri dengan *self-evaluation*.
g. Menjaga agar kelompok terus memusatkan perhatian pada pencapaian tujuan.
h. Memonitor jalannya diskusi dan membuat catatan tentang berbagai masalah yang muncul dalam proses belajar, serta menjaga agar proses belajar terus berlangsung, agar tidak ada tahapan dalam proses belajar yang dilewati atau diabaikan dan agar setiap tahapan dilakukan dalam urutan yang tepat.
i. Menjaga motivasi peserta didik dengan mempertahankan unsur tantangan dalam penyelesaian tugas dan juga memberikan pengarahan untuk mendorong pelajar keluar dari kesulitannya.
j. Membimbing proses belajar pesertda didik dengan mengajukan pertanyaan yang tepat pada saat yang tepat. Pertanyaan ini hendaknya merupakan pertanyaan terbuka yang mendorong pelajar mencari pemahaman yang lebih mendalam tentang berbagai konsep, ide, penjelasan, sudut pandang, dan lain-lain.
k. Mengevaluasi kegiatan belajar pelajar, termasuk partisipasinya dalam proses kelompok. Guru perlu memastikan bahwa setiap peserta didik terlibat dalam proses belajar
l. Mengevaluasi penerapan PjBL yang telah dilakukan.

2. Dukungan *Project Based Learning*

a. Dukungan PjBL secara Teoritis

Pendekatan pembelajaran saat ini diarahkan pada pembelajaran konstruktivistik, yang cenderung memberikan pengalaman mendalam dengan memberikan kesempatan pada peserta didik menggunakan aktivitas inkuiri, nyata dan berkaitan dengan kehidupan peserta didik. Teori belajar konstruktivistik bersandar pada ide bahwa peserta didik membangun pengetahuannya sendiri di dalam konteks pengalamannya sendiri. PjBL dapat dipandang sebagai salah satu pendekatan penciptaan lingkungan belajar yang dapat mendorong peserta didik mengkonstruk pengetahuan dan keterampilan secara personal.

Project Based Learning (PjBL) merupakan model pembelajaran yang berpijak pada teori belajar konstruktivisme. Strategi pembelajaran yang menonjol dalam pembelajaran konstruktivis antara lain adalah strategi belajar kolaboratif, mengutamakan aktivitas peserta didik daripada aktivitas guru, mengenai kegiatan laboratorium, pengalaman lapangan, studi kasus, pemecahan masalah, panel diskusi, diskusi, *brainstorming*, dan simulasi. Beberapa dari strategi tersebut juga terdapat dalam PjBL, yaitu (a) strategi belajar kolaboratif, (b) mengutamakan aktivitas peserta didik daripada aktivitas guru, (c) mengenai kegiatan laboratorium, (d) pengalaman lapangan, (e) dan pemecahan masalah. PjBL juga mendorong peserta didik mengkonstruk pengetahuan dan keterampilan melalui pengalaman langsung (Kamdi, 2007).

Konstruktivisme adalah teori belajar yang bersandar pada ide bahwa peserta didik mengkonstruk pengetahuan mereka sendiri di dalam konteks pengalaman mereka sendiri. Pembelajaran konstruktivistik berfokus pada kegiatan aktif peserta didik dalam memperoleh pengalaman langsung ("*doing*"), ketimbang pasif "menerima" pengetahuan. Dari sudut pandang konstruktivis, belajar bukanlah murni fenomena stimulus-respon sebagaimana dikonsepsikan para behavioris, akan tetapi belajar adalah proses yang memerlukan pengaturan diri sendiri (*self-regulation*) dan pembangunan struktur konseptual melalui refleksi dan abstraksi. Kegiatan nyata yang dilakukan dalam proyek memberikan pengalaman belajar yang dapat membantu refleksi dan mendekatkan hubungan aktivitas dunia nyata dengan pengetahuan konseptual yang melatarinya yang diharapkan akan dapat berkembang lebih luas dan lebih mendalam. PjBL mendasarkan pada aktivitas dunia nyata, berpotensi memperluas dan memperdalam pengetahuan konseptual dan prosedural, yang pada khasanah lain disebut juga *knowing that* dan *knowing how*.

Bagian-bagian dari prinsip belajar konstruktif seperti belajar yang berorientasi pada diskoveri, kontekstual, berorientasi masalah, dan motivasi sosial juga menjadi bagian-bagian prinsip PjBL. Strategi belajar kolaboratif

yang diposisikan amat penting dalam PjBL juga menjadi tekanan teoretik belajar konstruktif. Strategi belajar kolaboratif tersebut juga dilandasi oleh teori Vygotsky tentang *Zone of Proximal Development* (ZPD). Vygotsky merekomendasikan adanya level atau zona, di mana peserta didik dapat lebih berhasil tetapi dengan bantuan partner yang lebih berpengalaman. Vygotsky mendefinisikan ZPD sebagai jarak antara tingkat perkembangan aktual seperti ditunjukkan oleh kemampuan memecahkan masalah secara mandiri dengan tingkat perkembangan potensial seperti ditunjukkan oleh kemampuan pemecahan masalah di bawah bimbingan orang dewasa atau kolaborasi dengan teman sebaya yang lebih.

Prinsip kontekstual yang menjadi karakteristik penting dalam PjBL, diturunkan dari ide dasar teori belajar konstruktivistik. Para konstruktivis mengatakan bahwa belajar adalah proses aktif membangun realitas dari pengalaman belajar. Bagaimana pun, belajar tidak dapat terlepas dari apa yang sudah diketahui peserta didik dan konteks di mana hal tersebut. Atas dasar keyakinan tersebut direkomendasikan bahwa pembelajaran perlu diletakkan dalam konteks yang kaya yang merefleksikan dunia nyata, dan berhubungan erat dengan konteks di mana pengetahuan akan digunakan. Singkatnya, pembelajaran perlu autentik.

Project Based Learning (PjBL) juga merupakan model yang menciptakan lingkungan belajar yang realistik, dan berfokus pada belajar memecahkan masalah-masalah yang terjadi di dunia nyata. PjBL juga didukung oleh teori belajar eksperiensial. Peserta didik mengendalikan belajarnya sendiri, mulai dari pengidentifikasian masalah yang akan dijadikan proyek sampai dengan mengevaluasi hasil proyek. Guru berperan sebagai pembimbing, fasilitator, dan partner belajar. Tema proyek yang dipilih juga bersifat interdisipliner, karena mengandung unsur berbagai disiplin yang dibutuhkan untuk menyelesaikan masalah dalam proyek yang dikerjakan itu.

Apa yang dilakukan peserta didik dalam proses pembelajaran adalah pengalaman-pengalaman sensoris sebagai dasar belajar. Ditegaskan oleh John Dewey bahwa pengalaman adalah elemen kunci dalam proses pembelajaran. Makna dari berbagai pengalaman adalah sebuah hubungan yang saling tergantung antara apa yang dibawa oleh peserta didik dalam situasi belajar dan apa yang terjadi di dalam situasi itu. Berdasarkan pengetahuan yang diturunkan dari pengalaman sebelumnya, pada pengalaman baru orang membangun pengetahuan baru. Kerja proyek dapat dipandang sebagai proses belajar memantapkan pengalaman yang belum mantap, memperluas pengetahuan yang belum luas, dan memperhalus pengetahuan yang belum halus.

Berdasarkan teori-teori belajar konstruktivistik di atas, maka PjBL dapat disimpulkan memiliki kelebihan-kelebihan sebagai lingkungan belajar: (1) autentik-kontekstual, yang akan memperkuat hubungan antara

aktivitas dan pengetahuan konseptual yang melatarinya; (2) mengedepankan kemandirian peserta didik (*self-regulation*) dan guru sebagai pembimbing dan partner belajar, yang akan mengembangkan kemampuan berpikir produktif; (3) belajar kolaboratif, yang memberi peluang peserta didik saling membelajarkan yang akan meningkatkan pemahaman konseptual maupun kecakapan teknikal; (4) holistik dan interdisipliner; (5) realistik, berorientasi pada belajar aktif memecahkan masalah riil, yang memberi kontribusi pada pengembangan kecakapan pemecahan masalah; dan (6) memberikan *reinforcement* intrinsik (umpan balik internal) yang dapat menajamkan kecakapan berpikir produktif.

b. Dukungan PjBL secara Empiris

Project Based Learning (PjBL) dirancang supaya peserta didik melakukan penyelidikan untuk mengetahui hal yang kompleks, bukan untuk mengetahui informasi faktual semata. Penerapan PjBL telah menunjukan bahwa model tersebut sanggup membuat peserta didik mengalami proses pembelajaran yang bermakna, yaitu pembelajaran yang dikembangkan berdasarkan faham konstruktivisme. Peserta didik diberi kesempatan untuk menggali sendiri informasi melalui membaca berbagai buku secara langsung, membuat presentasi untuk orang lain, mengomunikasikan hasil aktivitasnya kepada orang lain, bekerja dalam kelompok, memberikan usul atau gagasannya untuk orang lain dan berbagai aktivitas lainnya. Semuanya menggambarkan tentang bagaimana semestinya orang dewasa belajar agar lebih bermakna.

Dari berbagai sumber, Kamdi (2007) memaparkan sejumlah keuntungan dari PjBL berikut ini.

1) Meningkatkan motivasi. Laporan-laporan tertulis tentang PjBL banyak yang menyatakan bahwa peserta didik tekun bekerja dan berusaha keras untuk belajar lebih mendalam dan mencari jawaban atas keingintahuan dan dalam menyelesaikan proyek. Guru melaporkan perkembangan dalam kehadiran peserta didik dan berkurangnya keterlambatan mereka, serta peserta didik lebih tekun sampai kelewat batas waktu, berusaha keras dalam mencapai proyek. Peserta didik melaporkan bahwa belajar dalam proyek lebih menyenangkan.
2) Meningkatkan kemampuan berpikir. Hal tersebut disebabkan bahwa laporan PjBL tidak hanya berdasar informasi yang dibaca saja, tetapi peserta didik juga mengembangkan masalah, mencari jawaban, dan berkolaborasi, untuk memecahkan masalah yang relevan dengan kenyataan sebenarnya.

3) Meningkatkan kemampuan pemecahan masalah. Banyak sumber yang menjelaskan bahwa lingkungan belajar berbasis proyek membuat peserta didik menjadi lebih aktif memecahkan permasalahan-permasalahan yang kompleks. Peserta didik mempunyai pilihan untuk menyelidiki topik-topik yang berkaitan dengan masalah dunia nyata, saling bertukar pendapat antara kelompok yang membahas topik yang berbeda, mencari pengetahuan dari berbagai sumber, mengambil keputusan dan mempresentasikan proyek atau hasil diskusi mereka. Hal tersebut juga mengembangkan keterampilan kognitif tingkat tinggi peserta didik.

4) Meningkatkan kecakapan kolaboratif. Pentingnya kerja kelompok dalam proyek memerlukan peserta didik mengembangkan dan mempraktikkan keterampilan komunikasi. PjBL merupakan ajang kesempatan berdiskusi yang baik bagi peserta didik, melatih penemuan langsung peserta didik terhadap masalah dunia nyata, memberi mereka kesenangan dalam pembelajaran dan dapat dijadikan strategi mengajar yang efektif. Teori-teori kognitif yang baru dan konstruktivistik menegaskan bahwa belajar adalah fenomena sosial, dan bahwa peserta didik akan belajar lebih di dalam lingkungan kolaboratif.

5) Meningkatkan keterampilan mengelola sumber. Peserta didik yang independen adalah yang bertanggungjawab untuk menyelesaikan tugas yang kompleks. PjBL yang diimplementasikan secara baik memberikan kepada peserta didik pembelajaran dan praktik dalam mengorganisasi proyek, membuat alokasi waktu, dan mencari sumber-sumber lain seperti perlengkapan untuk menyelesaikan tugas. Ketika peserta didik bekerja di dalam tim, mereka belajar untuk mempelajari keterampilan merencanakan, mengorganisasi, negosiasi, dan membuat kesepakatan tentang tugas yang akan dikerjakan, siapa yang bertanggungjawab untuk setiap tugas, dan bagaimana informasi akan dikumpulkan dan disajikan. PjBL juga dapat meningkatkan keterampilan peserta didik khususnya kinerja ilmiah dalam merancang proyek sebagai refleksi antara teori dan praktik dalam pembelajaran. Keterampilan-keterampilan tersebut merupakan keterampilan yang amat penting untuk keberhasilan hidupnya maupun di tempat kerjanya kelak.

3. Tahapan *Project Based Learning*

Terdapat beberapa macam rancangan tahapan atau sintaks PjBL. Tahapan PjBL yang dikembangkan oleh *The George Lucas Educational Foundation* (2005).

a. *Start With the Essential Question* (Ajukan pertanyaan). Pembelajaran dimulai dengan pertanyaan, yaitu pertanyaan yang dapat memberi penugasan peserta didik dalam melakukan suatu aktivitas. Pertanyaan

disusun dengan mengambil topik yang sesuai dengan realitas dunia nyata dan dimulai dengan sebuah investigasi mendalam. Guru berusaha agar topik yang diangkat relevan untuk para peserta didik.

b. *Design a Plan for the Project* (Rancang rencana proyek). Secara kolaboratif, guru dan peserta didik merencanakan aturan main, pemilihan kegiatan yang dapat mendukung dalam menjawab pertanyaan penting, dengan cara mengintegrasikan berbagai materi yang mungkin, serta mengetahui alat dan bahan yang dapat diakses untuk membantu penyelesaian proyek. Perencanaan dilakukan secara kolaboratif antara guru dan peserta didik. Dengan demikian peserta didik diharapkan akan merasa "memiliki" atas proyek tersebut. Perencanaan berisi tentang aturan main, pemilihan kegiatan yang dapat mendukung dalam menjawab pertanyaan penting, dengan cara mengintegrasikan berbagai materi yang mungkin, serta mengetahui alat dan bahan yang dapat diakses untuk membantu penyelesaian proyek.

c. *Create a Schedule* (Susun jadwal). Guru dan peserta didik secara kolaboratif menyusun jadwal kegiatan dalam menyelesaikan proyek.

d. *Monitor the Students and the Progress of the Project* (Pantau peserta didik dan kemajuan proyek). Guru bertanggungjawab untuk memantau kegiatan peserta didik selama menyelesaikan proyek. Pemantauan dilakukan dengan cara memfasilitasi peserta didik pada setiap proses. Dengan kata lain guru berperan menjadi mentor bagi aktivitas peserta didik. Agar mempermudah proses pemantauan, dibuat sebuah rubrik yang dapat merekam keseluruhan kegiatan yang penting.

e. *Assess the Outcome* (Penilaian hasil). Penilaian dilakukan untuk membantu guru dalam mengukur ketercapaian standar kompetensi, berperan dalam mengevaluasi kemajuan masing-masing peserta didik, memberi umpan balik tentang tingkat pemahaman yang sudah dicapai peserta didik, membantu guru dalam menyusun strategi pembelajaran berikutnya.

f. *Evaluation the Experience* (Evaluasi pengalaman). Pada akhir proses pembelajaran, guru dan peserta didik melakukan refleksi terhadap kegiatan dan hasil proyek yang sudah dijalankan. Proses refleksi dilakukan baik secara individu maupun kelompok. Pada tahap ini peserta didik diminta untuk mengungkapkan perasaan dan pengalamannya selama menyelesaikan proyek. Guru dan peserta didik mengembangkan diskusi dalam rangka memperbaiki kinerja selama proses pembelajaran, sehingga pada akhirnya ditemukan suatu temuan baru (*new inquiry*) untuk menjawab permasalahan yang diajukan pada tahap pertama pembelajaran.

PjBL dirancang supaya peserta didik melakukan penyelidikan untuk mengetahui hal yang kompleks, bukan untuk mengetahui informasi faktual semata. Penerapan PjBL telah menunjukan bahwa model tersebut sanggup membuat peserta didik mengalami proses pembelajaran yang bermakna, yaitu pembelajaran yang dikembangkan berdasarkan paham konstruktivisme. Peserta didik diberi kesempatan untuk menggali sendiri informasi melalui membaca berbagai buku secara langsung, membuat presentasi untuk orang lain, mengomunikasikan hasil aktivitasnya kepada orang lain, bekerja dalam kelompok, memberikan usul atau gagasannya untuk orang lain dan berbagai aktivitas lainnya. Semuanya menggambarkan tentang bagaimana semestinya orang dewasa belajar agar lebih bermakna.

Implikasi model PjBL dalam proses belajar mengajar adalah memberikan kebebasan kepada peserta didik untuk merencanakan aktivitas belajar, melaksanakan proyek secara kolaboratif, dan pada akhirnya menghasilkan produk kerja yang dapat dipresentasikan kepada orang lain. Selain itu, dalam PjBL peserta didik menjadi terdorong lebih aktif berakitivitas dalam belajar sehingga dapat meningkatkan kinerja ilmiah peserta didik, sedangkan guru berperan sebagai fasilitator dan evaluator proses dan produk hasil kinerja peserta didik meliputi *outcome* yang mampu ditampilkan dari hasil proyek yang dikerjakan peserta didik.

D. Siklus Belajar (*Learning Cycle*)

1. Pengertian Siklus Belajar

Siklus belajar merupakan pembelajaran dengan tahapan yang diatur sedemikian rupa sehingga peserta didik dapat menguasai kompetensi-kompetensi yang harus dicapai dengan ikut serta berperan aktif. Siklus belajar menekankan pada proses penyelidikan peserta didik untuk menyelidiki pengetahuan ilmiah melalui keterampilan proses untuk mendapatkan pengetahuan atau pengalaman belajar berdasarkan teori konstruktivisme. Teori konstruktivisme tersebut mengarahkan agar peserta didik menemukan sendiri informasi atau pengetahuan yang diharapkan. Hal tersebut bertujuan agar peserta didik benar-benar memahami dan dapat menerapkan pengetahuan, bekerja memecahkan masalah, dan menemukan ide-ide baru.

Karplus & Their pertama kali mengembangkan siklus belajar pada tahun 1967 untuk *the Science Curriculum Improvement Study* (SCIS). Siklus belajar pada mulanya terdiri dari tahap-tahap eksplorasi (*exploration*), pengenalan konsep (*concept introduction*), dan aplikasi konsep (*concept application*) (Renner dkk, 1988). Pada tahap eksplorasi, peserta didik diarahkan untuk memanfaatkan panca indranya dalam berinteraksi dengan lingkungan

melalui kegiatan-kegiatan seperti mengamati fenomena alam atau perilaku sosial, mendiskusikan fenomena alam, menganalisis artikel, praktikum, dan lain-lain. Dari kegiatan-kegiatan tersebut diharapkan muncul pertanyaan-pertanyaan yang mengarah pada berkembangnya daya nalar tingkat tinggi. Tahap berikutnya adalah tahap pengenalan konsep, di mana peserta didik mengenal istilah-istilah yang berkaitan dengan konsep-konsep baru yang sedang dipelajari, melalui kegiatan-kegiatan yang membutuhkan daya nalar seperti menelaah sumber pustaka atau berdiskusi, melalui interaksi dengan peserta didik lain, media, dan guru. Pada tahap terakhir, yakni aplikasi konsep, peserta didik diajak menerapkan pemahaman konsepnya pada situasi baru atau masalah baru melalui kegiatan-kegiatan seperti *problem solving* (menyelesaikan masalah nyata yang berkaitan) atau melakukan percobaan lebih lanjut.

Setelah Karplus & Their memperkenalkan siklus belajar yang terdiri atas tiga tahap, telah dikembangkan beberapa model menjadi beberapa tahap, ada yang dikenal sebagai siklus belajar empat tahap (4E), lima tahap (5E), enam tahap (6E), bahkan tujuh tahap (7E). Pada siklus belajar lima tahap, ditambahkan tahap *engagement* sebelum *exploration* dan ditambahkan tahap evaluation pada bagian akhir siklus. Pada model ini, tahap concept *introduction* dan *concept* application masing-masing diistilahkan menjadi *explaination* dan *elaboration*. Oleh karena itu siklus belajar lima tahap sering dijuluki siklus belajar 5E yang terdiri atas tahap *Engagement, Exploration, Explaination, Elaboration*, dan *Evaluation* (Lorsbach, 2002).

2. Dukungan Siklus Belajar

Keberhasilan siklus belajar diteliti oleh para ahli sejak awal pengembangannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa siklus belajar dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik, meningkatkan sikap peserta didik terhadap IPA dan belajar IPA, meningkatkan kemampuan bernalar dan keterampilan proses sains dan peserta didik memiliki retensi konsep yang lebih baik (dikutip dari berbagai sumber oleh Zubaidah, dkk, 2013b). Sebagai sebuah model pembelajaran, siklus belajar dapat membantu guru dalam mengembangkan pemahaman konseptual yang dapat mengakomodasi kesempatan belajar guru dan peserta didik.

Fajaroh dan Dasna (2007) memaparkan berbagai hasil penelitian tentang dampak dari pembelajaran dengan siklus belajar. Hasil-hasil penelitian di perguruan tinggi dan sekolah menengah tentang implementasi siklus belajar dalam pembelajaran IPA menunjukkan keberhasilan model ini dalam meningkatkan kualitas proses dan hasil belajar peserta didik. Peserta didik yang gurunya mengimplementasikan siklus belajarmempunyai keterampilan menjelaskan yang lebih baik dari pada peserta didik yang gurunya menerapkan metode ekspositori. Siklus belajar juga dapat dilakukan secara luwes dan

memenuhi kebutuhan nyata guru dan peserta didik. Dilihat dari dimensi guru penerapan model ini memperluas wawasan dan meningkatkan kreatifitas guru dalam merancang kegiatan pembelajaran. Sedangkan ditinjau dari dimensi peserta didik, penerapan model ini memberi keuntungan sebagai (1) meningkatkan motivasi belajar karena peserta didik dilibatkan secara aktif dalam proses pembelajaran, (2) membantu mengembangkan sikap ilmiah peserta didik, (3) pembelajaran menjadi lebih bermakna.

3. Tahapan Siklus Belajar 5E

Berikut ini dijelaskan salah satu variasi siklus belajar yang dikenal adalah model siklus belajar 5E (*the* 5E *learning cycle*). Model ini meliputi kegiatan *Engagement, Exploration, Explaination, Elaboration, Evaluation* (Bybee, 1997).

a. Tahap pertama (*engagement*) bertujuan mempersiapkan diri peserta didik agar untuk menempuh tahap berikutnya dengan jalan mengeksplorasi pengetahuan awal dan ide-ide mereka serta untuk mengetahui kemungkinan adanya miskonsepsi pada pembelajaran sebelumnya. Pada tahap engagement ini diupayakan dapat dibangkitkan minat dan keingintahuan (*curiosity*) peserta didik tentang topik yang akan dipelajari. Pada tahap ini pula peserta didik diarahkan untuk membuat perkiraan atau prediksi tentang fenomena yang akan dipelajari dan dibuktikan pada tahap eksplorasi.

b. Pada tahap kedua (*exploration*), peserta didik diberi kesempatan untuk bekerja sama dalam kelompok-kelompok kecil untuk menguji perkiraan atau prediksi, melakukan pengamatan, mencatat hasil serta ide-ide melalui kegiatan-kegiatan seperti praktikum dan telaah literatur.

c. Pada tahap ketiga (*explanation*), peserta didik difasilitasi oleh guru untuk menjelaskan konsep dengan kalimat mereka sendiri, menunjukkan bukti atas penjelasan mereka melalui diskusi. Pada tahap ini peserta didik diharapkan menemukan istilah-istilah dari konsep yang dipelajari.

d. Pada tahap keempat (*elaboration/extention*), peserta didik diarahkan untuk menerapkan konsep dan keterampilan dalam situasi baru melalui kegiatan-kegiatan seperti *problem solving* dan praktikum lanjutan.

e. Pada tahap akhir atau kelima (*evaluation*), dilakukan evaluasi terhadap keefektifan tahap-tahap sebelumnya dan evaluasi terhadap hasil belajar atau kompetensi peserta didik melalui *problem solving* pada konteks baru, atau mendorong peserta didik melakukan penyelidikan lebih lanjut.

Berdasarkan tahapan-tahapan dalam pembelajaran bersiklus seperti yang telah dipaparkan, diharapkan peserta didik tidak hanya mendengar penjelasan verbal guru tetapi dapat berperan aktif untuk memeroleh

pemahaman terhadap konsep-konsep yang dipelajari. Jika dikaitkan dengan pola umum pembelajaran pada kegiatan pendahuluan, inti, dan penutup, maka siklus belajar lima tahap (5E) ditunjukkan pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Tahapan Model Siklus Belajar 5E

Pola Umum Pembelajaran	Siklus Belajar 5E
Kegiatan Awal	*Engagement*
Kegiatan Inti	*Exploration* *Explaination* *Elaboration*
Kegiatan Penutup	*Evaluation*

Berikut beberapa contoh kegiatan yang dapat dilakukan dalam pembelajaran IPA dengan model siklus belajar 5E (Tabel3.6)

Tabel 3.6 Contoh Kegiatan Pembelajaran pada Model Siklus Belajar 5E

Tahapan	Contoh Kegiatan Pembelajaran
1. *Engagement*	▪ Guru menunjukkan objek, peristiwa atau mengajukan pertanyaan untuk memotivasi peserta didik ▪ Guru menghubungkan pengetahuan awal peserta didik dengan pengetahuan/kegiatan yang akan dipelajari dan yang akan dilakukan peserta didik ▪ Guru membangkitkan rasa ingin tahu peserta didik dengan pertanyaan terbuka, demonstrasi, atau penyajian masalah ▪ Guru meminta peserta didik untuk mengajukan pertanyaan berdasarkan demonstrasi yang dilakukan ▪ Guru meminta peserta didik untuk mengemukakan apa yang dipikirkan
2. *Exploration*	▪ Peserta didik mengeksplorasi objek dan fenomena yang ditunjukkan secara kongkrit ▪ Peserta didik melakukan aktivitas *hands-on* (praktikum) dengan bimbingan guru ▪ Guru mendorong peserta didik untuk berinteraksi baik dengan media atau peserta didik lain dalam diskusi ▪ Guru mengajukan pertanyaan bimbingan untuk membantu peserta didik dalam melakukan eksperimen/ penyelidikan. ▪ Guru memberi waktu pada peserta didik untuk memecahkan masalah

Tahapan	Contoh Kegiatan Pembelajaran
3. *Explaination*	▪ Peserta didik menjelaskan pemahamannya tentang konsep dan proses yang terjadi pada aktivitas *hands-on* ▪ Guru memperkenalkan konsep dan keterampilan baru serta meluruskan konsep/ keterampilan peserta didik yang keliru ▪ Guru mendorong peserta didik untuk menggunakan pengalaman belajar yang diperolehnya dalam tahap *engage* dan *exploration* dalam membuat penjelasan ▪ Guru mengajukan pertanyaan untuk membantu peserta didik mengekspresikan pemahaman dan penjelasan peserta didik ▪ Guru meminta peserta didik untuk menunjukkan fakta atau data dan peserta didik memberikan penjelasan ▪ Guru memberi waktu pada peserta didik untuk membandingkan gagasannya dengan gagasan peserta didik lain dan jika mungkin memperbaikinya ▪ Guru mengenalkan konsep baru dan penjelasan alternatif setelah peserta didik mengekspresikan gagasannya
4. *Elaboration*	▪ Peserta didik mengaplikasikan konsep baru dalam konteks lain untuk mengembangkan pemahaman dan keterampilannya ▪ Guru memfokuskan peserta didik pada hubungan konseptual antara pengalaman baru dengan pengetahuan awal peserta didik ▪ Guru mendorong peserta didik untuk menggunakan apa yang telah dipelajari untuk menjelskan gagasan baru ▪ Guru memberi penguatan pada peserta didik untuk menggunakan istilah dan penjelasan ▪ Guru mengajukan pertanyaan untuk membantu peserta didik mengemukakan kesimpulan dan alasannya berdasarkan fakta dan data
5. *Evaluation*	▪ Guru menilai pengetahuan, keterampilan, dan kemampuan peserta didik. Kegiatan guru memberikan kemungkinan untuk mengevaluasi kemampuan peserta didik dan efektivitas pembelajaran ▪ Guru mengamati dan merekam kegiatan belajar danpemahaman peserta didik ▪ Guru memberi waktu pada peserta didik untuk membandingkan gagasannya dengan peserta didik lain untuk memperbaiki cara berpikirnya ▪ Guru mewawancarai peserta didik untuk menilai kemajuan belajar peserta didik ▪ Guru menilai kemajuan belajar peserta didik ▪ Guru mengajak peserta didik untuk melakukan refleksi pembelajaran

Diadaptasi dari Bybee, dkk. (1989).

Berikut ini dijelaskan secara rinci tahapan pembelajaran siklus belajar lima tahap (5E).

a. Tahap *Engagement*

Pada tahap *engagement*, guru menggali pengetahuan awal peserta didik dengan memfokuskan perhatian dan minat peserta didik terhadap topik yang dibahas, memunculkan pertanyaan dan memperoleh respon dari peserta didik. Guru berkesempatan untuk menemukan apa yang telah diketahui peserta didik atau apa yang telah dipikirkan peserta didik tentang topik dan konsep yang dibelajarkan. Pengetahuan ini dapat sesuai atau tidak sesuai dengan materi yang dibelajarkan guru bahkan pengetahuan awal peserta didik dapat mengalami miskonsepsi, oleh karena itu tahap ini juga berguna untuk mengidentifikasi salah konsep dalam pemahaman peserta didik. Tahap ini berguna untuk hal-hal berikut.

- Membangkitkan keingintahuan dan ketertarikan peserta didik terhadap topik yang dipelajari.
- Mengarahkan peserta didik pada pemahaman tentang penyelidikan ilmiah.
- Merangsang peserta didik untuk mengajukan pertanyaan tentang proses penyelidikan ilmiah.
- Mendorong peserta didik untuk membandingkan gagasannya dengan gagasan peserta didik lain.
- Memberi peluang pada guru untuk memberikan penilaian terhadap pemahaman peserta didik tentang konsep yang dipelajari.

Pada saat menggali pengetahuan awal, guru dapat mengajukan masalah yang bertentangan. Misalnya, dengan demonstrasi benda A dan benda B yang memiliki massa berbeda dijatuhkan dari ketinggian yang sama.

Pertanyaan yang dapat diajukan: "benda manakah yang jatuh lebih dahulu ke lantai"? Berdasarkan demonstrasi tersebut diharapkan timbul konflik kognitif pada peserta didik sehingga peserta didik satu dengan peserta didik lain mengajukan jawaban yang berbeda. Dari respon peserta didik, guru dapat mengetahui pemahaman awal peserta didik tentang konsep yang dibahas sebelum pembelajaran.

b. Tahap *Exploration*

Pada tahap eksplorasi, peserta didik belajar melalui aksi dan reaksi mereka sendiri dalam situasi baru. Peserta didik mengeksplorasi materi dan gagasan baru dengan bimbingan seperlunya dari guru. Pengalaman baru memunculkan pertanyaan dan masalah yang tidak dapat dipecahkan dengan gagasan-gagasan peserta didik yang sudah ada sebelumnya. Tahap eksplorasi memberikan kesempatan pada peserta didik untuk menyampaikan gagasan-gagasan yang bertentangan, yang dapat menimbulkan perdebatan dan

analisis dari alasan munculnya gagasan mereka. Analisis tersebut dapat mengarahkan cara diskusi untuk menguji gagasan lainnya melalui prediksi. Pengumpulan data dan analisis dilakukan untuk mengetahui kesesuaian dengan gagasan lainnya. Eksplorasi juga dapat membawa peserta didik pada identifikasi suatu pola keteraturan dalam fenomena yang diteliti. Selama tahap eksplorasi, peserta didik diberi kesempatan untuk bekerja sama dengan peserta didik lainnya tanpa instruksi dari guru melalui kegiatan diskusi.

Pada tahap eksplorasi peserta didik dapat melakukan eksperimen agar dapat mengkontruksi pemahamannya, dan melakukan hal-hal berikut.

- Berinteraksi langsung dengan alat/bahan dan gagasan tentang materi yang dipelajari dalam kelompok diskusi.
- Mencari cara untuk memecahkan masalah atau menyusun pertanyaan.
- Memperoleh pengalaman langsung, membandingkan hasil dan gagasannya dengan hasil dan gagasan yang diperoleh peserta didik lain.
- Mengamati, mendeskripsikan, merekam dan mengkomunkasikan gagasan dan pengalamannya.
- Menyatakan pemahamannya melalui pertanyaan yang yang dapat diuji (hipotesis) dan penyelidikan ilmiah.

c. Tahap *Explaination*

Pada tahap *explaination*, kegiatan diawali dengan pengenalan konsep baru yang digunakan pada pola-pola yang diperoleh pada tahap eksplorasi. Konsep baru tersebut dapat diperkenalkan oleh guru, melalui buku bacaan, film atau media lainnya. Selama tahap eksplanasi guru memotivasi peserta didik untuk menjelaskan konsep yang dibahas dengan kata-kata sendiri, mengajukan fakta dan klarifikasi terhadap penjelasannya, dan mendengarkan secara kritis penjelasan peserta didik. Tahap eksplanasi selalu mengikuti tahap eksplorasi dan berkaitan langsung dengan pola yang ditemukan selama kegiatan eksplorasi.

Tahap eksplanasi memberi kesempatan pada peserta didik untuk menghubungkan pengetahuan awalnya dengan hasil belajarnya dan menyusun pemahaman konseptual “baru”. Tahap ini juga dilakukan untuk melatih kemampuan berbahasa dengan menggunakan bahasa yang baik dan benar serta ilmiah. Tahap eksplanasi mendorong peserta didik untuk melakukan hal-hal berikut.

- Menjelaskan konsep dan gagasannya (dengan kalimat sendiri) tentang masalah dan penyelesaian masalah.
- Membiasakan peserta didik mendengar dan membandingkan penjelasan peserta didik lain.
- Berdiskusi dalam kelompok kecil maupun diskusi kelas sehingga terbiasa mengemukakan gagasannya secara lisan.

- Merekam dan memperbaiki gagasannya berdasarkan pertimbangannya pada saat diskusi.
- Menggunakan simbol, terminologi dan bahasa formal.
- Membandingkan pemikirannya dengan pemikiran sebelumnya.

d. Tahap *Elaboration*

Tahap berikutnya adalah *elaboration* atau disebut juga aplikasi konsep. Pada tahap ini peserta didik menerapkan konsep atau keterampilan pada situasi baru. Tahap ini memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk menggunakan konsep-konsep yang telah diperkenalkan untuk menyelidiki konsep-konsep tersebut lebih lanjut. Penerapan konsep diarahkan pada kehidupan sehari-hari. Misalnya pada saat menerapkan konsep aksi-reaksi Hukum Newton, guru menunjukkan sebuah beban yang tergantung pada ujung tali dan ujung tali lainnya diikat pada sebuah papan. Peserta didik diminta untuk menunjukkan dan menjelaskan gaya-gaya bekerja pada tali dan beban.

Tahap elaborasi memberi kesempatan pada peserta didik untuk melakukan hal-hal berikut.

- Membuat hubungan konseptual antara pengalaman baru dengan pengalaman sebelumnya, hubungan konsep yang dipelajari dengan konsep sebelumnya melalui penyelidikan ilmiah.
- Menghubungkan gagasan, pemecahan masalah, dan menerapkan gagasannya dalam situasi baru.
- Menggunakan istilah dan deskripsi ilmiah.
- Memperdalam pemahaman tentang konsep dan proses ilmiah.
- Mengomunikasikan pemahamannya pada peserta didik lain

e. Tahap *Evaluation*

Tahap terakhir adalah *evaluation* yang dilakukan pada seluruh pengalaman belajar peserta didik. Aspek yang dievaluasi pada tahap ini adalah pengetahuan atau keterampilan, aplikasi konsep, dan perubahan proses berpikir peserta didik. Tahap evaluasi juga memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menilai cara belajarnya, mengevaluasi kemajuan belajar, dan proses pembelajaran. Evaluasi dapat dilakukan secara tertulis pada akhir pembelajaran atau secara lisan berupa pertanyaan selama pembelajaran berlangsung. Evaluasi dapat diberikan pada tes sumatif untuk menguji apa yang telah dikuasai baik dalam konsep maupun dalam kerja ilmiah.

Tahap evaluasi memberi kesempatan pada peserta didik untuk melakukan hal-hal berikut.

- Mendemonstrasikan apa yang dipahami tentang penyelidikan ilmiah dan bagaimana menggunakan pengetahuannya dalam penyelidikan ilmiahnya, serta untuk mengevaluasi penyelidikan di kelas.

- Mengkomunikasi gagasan terbaru pada peserta didik lain (jika dengan tes lisan).
- Menilai kemajuan belajar peserta didik dengan membandingkan pemahaman baru dengan pengetahuan awal peserta didik.
- Menguji kedalaman pemahaman konsep peserta didik melalui pertanyaan.

Pada model siklus belajar 6 tahap (*learning cycle* 6E) adalah pengembangan dari siklus belajar 5E dengan penambahan tahap *elicitation*, dilanjutkan, *engagement, exploration, explanation, elaboration,* dan *evaluation*. Pada model siklus belajar tujuh tahap (*learning cycle* 6E), merupakan pengembangan dari model siklus belajar lima tahap (5E), dengan perubahan tahap *engagement* menjadi dua tahapan yaitu *elicitation* dan *engagement*, sedangkan pada tahap *elaboration* dan *evaluation* menjadi tiga tahapan menjadi *elaboration, evaluation* dan *extension*. Selain siklus belajar 5E, model siklus belajar yang lain tidak dibahas secara rinci pada buku guru ini.

4 Kompetensi Dasar dan Pemetaan Materi

Bab 1 Gerak Benda dan Makhluk Hidup di Lingkungan Sekitar

Kompetensi Dasar

3.1 Menganalisis gerak pada makhluk hidup, sistem gerak pada manusia, dan upaya menjaga kesehatan sistem gerak.
3.2 Menganalisis gerak lurus, pengaruh gaya terhadap gerak berdasarkan Hukum Newton, dan penerapannya pada gerak benda dan gerak makhluk hidup.
4.1 Menyajikan karya tentang berbagai gangguan pada sistem gerak, serta upaya menjaga kesehatan manusia.
4.2 Menyajikan hasil penyelidikan pengaruh gaya terhadap gerak benda.

A. Konsep Gerak

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
-	▪ Gerak lurus ▪ Gerak lurus Beraturan ▪ Gerak Lurus berubah beraturan ▪ Gaya ▪ Hukum I Newton ▪ Hukum II Newton ▪ Hukum III Newton	-

B. Sistem Gerak Manusia

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Rangka dan fungsinya ▪ Struktur Rangka ▪ Macam-macam tulang pada sistem rangka ▪ Proses osifikasi ▪ Sendi dan fungsinya ▪ Macam-macam sendi ▪ Otot dan fungsinya ▪ Jenis jaringan otot ▪ Mekanisme terjadinya penyakit riketsia ▪ Mekanisme penyembuhan riketsia melalui berjemur ▪ Mekanisme terjadinya osteoporosis ▪ Mekanisme terjadinya atritis ▪ Macam-macam fraktura ▪ Macam-macam kelainan tulang belakang	▪ Kecepatan produksi sel darah merah di dalam sumsum tulang merah ▪ Perubahan diameter otot ▪ Kontraksi otot jantung ▪ Tampilan kaki penderita riketsia melalui X-ray	▪ Zat yang menyebabkan tulang kompak berstruktur keras ▪ Riketsia terjadi karena kekurangan vitamin D yang membantu penyerapan kalsium dan fosfor ▪ Osteoporosis disebabkan karena kekurangan kalsium ▪ Penderita atritis mengalami penumpukan kapur di antara dua tulang sehingga mengakibatkan sendi sulit digerakkan dan kaku ▪ Vitamin D membantu penyerapan kalsium

C. Sistem Gerak Pada Hewan

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Tubuh ikan dilengkapi otot dan tulang belakang yang fleksibel untuk mendorong ekor dan sirip ikan di dalam air ▪ Sayap burung tersusun atas kerangka yang kuat dan ringan, serta otot yang kuat ▪ Kecenderungan hewan yang hidup di darat adalah memiliki otot dan tulang yang kuat ▪ Perbedaan struktur tulang serta kekuatan otot gajah dan kerbau membuat gajah mampu melakukan gerakan yang lebih lincah daripada kerbau	▪ Kecepatan gerak pada hewan ▪ Air memiliki kerapatan yang lebih besar dibandingkan udara, sehingga hewan lebih sulit bergerak di air daripada di udara ▪ Air memiliki gaya angkat yang lebih besar dibandingkan dengan udara ▪ Tubuh hewan yang hidup di air memiliki massa jenis yang lebih kecil daripada lingkungannya ▪ Hewan yang hidup di air dapat melayang-layang di dalam air dengan mengeluarkan sedikit energi karena adanya gaya angkat oleh air ▪ Tegangan permukaan merupakan peristiwa yang diakibatkan adanya gaya kohesi antar molekul-molekul air	-

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
	▪ Nyamuk, anggang-anggang memanfaatkan gaya tegangan permukaan untuk dapat bergerak di permukaan air ▪ Tubuh hewan yang terbang harus memiliki gaya angkat yang besar untuk mengimbangi gaya gravitasi karena tubuh hewan tidak mungkin memiliki massa jenis yang mendekati massa jenis udara ▪ Upaya untuk memperbesar gaya angkat adalah dengan menggunakan sayap ▪ Struktur sayap burung yang melengkung menghasilkan gaya angkat dan gaya dorong yang efektif untuk pergerakan burung ▪ Sayap burung menerapkan hukum Newton III	-

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
	▪ Seseorang berjalan dengan mendorong lantai dengan kakinya, lantai kemudian memberikan gaya balik yang sama dan berlawanan arah pada orang tersebut sehingga gaya menggerakkan orang tersebut ke depan	
	▪ Kijang dan harimau memiliki bentuk kaki yang lebih ramping sehingga kijang dan harimau mampu menyimpan elastisitas yang tinggi ▪ Gaya gesek udara yang jauh lebih kecil daripada gaya gesek permukaan tanah membuat kijang dapat berlari dengan kecepatan yang lebih tinggi daripada kuda	

D. Sistem Gerak Pada Tumbuhan

<table>
<tr><th colspan="3">Materi/Kegiatan</th></tr>
<tr><th>Biologi</th><th>Fisika</th><th>Kimia</th></tr>
<tr>
<td>
▪ Gerak tumbuhan putri malu dalam menanggapi rangsang
▪ Struktur daun Hydrilla verticillata
▪ Gerak kloroplas daun Hydrilla verticillata akibat pergerakan sitoplasma
▪ Gerak higroskopis
▪ Gerak fototropisme
▪ Gerak hidrotropisme
▪ Gerak geotropisme
▪ Gerak tigmotropisme
▪ Gerak fototaksis
▪ Gerak tigmonasti
▪ Gerak fotonasti
▪ Gerak niktinasti
▪ Gerak termonasti
▪ Pergerakan stomata yang menunjukkan gerak nasti kompleks
</td>
<td>
▪ Kecepatan respon tumbuhan terhadap rangsang
▪ Mekanisme menutupnya daun putri malu melibatkan prinsip tekanan yaitu melalui aliran air pada bagian ketiak daun menyebabkan kadar air pada ketiak daun berkurang, sehingga tekanannya mengecil
</td>
<td>
▪ Mekanisme menutupnya daun putri malu yang melibatkan aliran air dan ion pada bagian ketiak daun
▪ Pergerakan buluh serbuk menuju sel telur dipengaruhi oleh zat gula yang dikeluarkan oleh bakal buah
▪ Pergerakan spermatozoid menuju sel kelamin betina yang terdapat pada arkegonium akibat tertarik oleh zat gula dan protein tertentu yang dihasilkan oleh arkegonium
</td>
</tr>
</table>

Materi Pengayaan: Osteoporosis

Bab 2 Usaha dan Pesawat Sederhana dalam Kehidupan Sehari-hari

Kompetensi Dasar

3.3 Menjelaskan konsep usaha, pesawat sederhana, dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari, serta hubungannya dengan kerja otot pada struktur rangka manusia.

4.3 Menyajikan hasil penyelidikan atau pemecahan masalah tentang manfaat penggunaan pesawat sederhana dalam kehidupan sehari-hari.

A. Usaha

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
-	▪ Usaha ▪ Daya	-

B. Pesawat Sederhana

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Koordinasi otot dan tulang memiliki kesesuaian dengan prinsip pesawat sederhana	▪ Katrol tetap ▪ Katrol bebas ▪ Katrol majemuk ▪ Keuntungan mekanik ▪ Roda berporos ▪ Bidang miring ▪ Pengungkit	-

Materi Pengayaan: Otot dan tulang burung yang berperan untuk terbang

Bab 3 Struktur dan Fungsi Tumbuhan

Kompetensi Dasar

3.4 Menganalisis keterkaitan struktur jaringan tumbuhan dan fungsinya, serta teknologi yang terinspirasi oleh struktur tumbuhan.

4.4 Menyajikan karya dari hasil penelusuran berbagai sumber informasi tentang teknologi yang terinspirasi dari pengamatan struktur tumbuhan.

A. Struktur dan Fungsi Akar, Batang, Daun, dan Bunga

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Organ vegetatif tumbuhan meliputi akar, batang, dan daun ▪ Akar dan fungsinya ▪ Modifikasi akar dan fungsinya ▪ Sistem perakaran ▪ Struktur batang dan fungsinya ▪ Modifikasi batang dan fungsinya ▪ Struktur daun dan fungsi daun ▪ Peruratan daun ▪ Organ generatif tumbuhan meliputi bunga, buah, dan biji ▪ Struktur bunga ▪ Struktur buah	-	▪ Batang berfungsi sebagai jalan pengangkutan air dan mineral dari akar menuju daun ▪ Daun sebagai alat untuk mengambil gas karbon dioksida (CO_2) yang digunakan sebagai sumber dalam fotosintesis ▪ Proses fotosintesis melibatkan gas karbon dioksida (CO_2) dan air (H_2O) yang digunakan sebagai bahan baku untuk menghasilkan glukosa ($C_6H_{12}O_6$) dan oksigen (O_2) ▪ Reaksi fotosintesis ▪ Percobaan menyelidiki adanya amilum sebagai zat hasil fotosintesis

B. Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Jaringan meristem ▪ Lingkaran tahun pada pohon ▪ Jaringan dewasa ▪ Mengidentifikasi struktur penyusun tubuh tumbuhan beserta fungsinya ▪ Jaringan pelindung ▪ Jaringan dasar ▪ Jaringan penyokong ▪ Jaringan pengangkut ▪ Struktur dan fungsi jaringan pada akar ▪ Struktur dan fungsi jaringan pada batang ▪ Struktur dan fungsi jaringan pada daun	▪ Mekanisme penyerapan dan pemantulan cahaya oleh klorofil	▪ Struktur kimia klorofil yaitu ($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$)

C. Teknologi yang Terinspirasi dari Struktur Jaringan Tumbuhan

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Mekanisme kerja panel surya ini terinspirasi oleh mekanisme fotosintesis yang terjadi pada daun tumbuhan ▪ Pertumbuhan daun ivy menginspirasi teknologi panel solar ivy	▪ Mekanisme perubahan energi sinar matahari menjadi energi listrik pada panel surya ▪ Panel *solar ivy*	▪ Mekanisme pengubahan energi sinar matahari menjadi energi kimia pada proses fotosintesis tumbuhan menginspirasi teknologi panel surya

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Mekanisme membuka dan menutupnya stomata pada tumbuhan kaktus menginspirasi lampu penerangan jalan yang dapat menyala dan padam secara otomatis	▪ Mekanisme menyala dan padamnya lampu penerangan jalan secara otomatis dengan menggunakan fotoresistor	▪ Saat siang hari yang terik fotoreseptor pada sel penjaga stomata akan menangkap cahaya dan menyebabkan air dalam sel penjaga dipompa keluar dengan bantuan ion-ion sehingga sel penjaga akan mengecil dan lubang stomata tertutup
▪ Struktur kutikula pada daun talas atau teratai menginspirasi untuk membuat cat yang tidak mudah kotor, lapisan pengkilap, dan lapisan anti air ▪ Struktur perakaran serabut pada eceng gondok menginspirasi alat pemurnian air ▪ Aquaporin pada akar eceng gondok merupakan saluran (protein kanal) yang hanya dapat dilewati oleh air, sehingga partikel lain tidak bisa masuk lewat aquaporin	▪ Saat menjelang pagi, sinar matahari akan mengenai fotoresistor, sehingga menyebabkan listrik mengalir menuju saklar, aktifnya saklar akan mematikan aliran listrik utama, sehingga lampu penerangan jalan menjadi mati	▪ Saat malam hari, air dipompa lagi masuk ke dalam sel penjaga dengan bantuan ion-ion, sehingga sel penjaga menjadi lebih besar, akibatnya stomata menjadi terbuka ▪ Kutikula pada daun talas atau daun teratai tersusun atas senyawa lipid berupa lilin (wax) dan polimer hidrokarbon yang disebut kutan dan bersifat hidrofobik

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Struktur kulit durian menginspirasi rancangan gedung teater Esplanade di Singapura sehingga atap gedungnya dapat diatur untuk mengikuti pergerakan matahari untuk menjaga intensitas cahaya yang masuk dalam gedung	▪ Saat menjelang malam, aliran listrik tidak dapat mengalir melalui fotoresistor sehingga tidak ada aliran listrik yang mengalir menuju saklar, akibatnya saklar berada dalam kondisi on sehingga lampu penerangan menyala	

Materi Pengayaan: Epidermis dan turunannya

Bab 4 Sistem Pencernaan Manusia

Kompetensi Dasar

3.5 Menganalisis sistem pencernaan pada manusia dan memahami gangguan yang berhubungan dengan sistem pencernaan, serta upaya menjaga kesehatan sistem pencernaan.

4.5 Menyajikan hasil penyelidikan tentang pencernaan mekanis dan kimiawi.

A. Nutrisi

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Nutrisi berperan untuk perkembangan, pertumbuhan, dan perbaikan sel tubuh	▪ Nutrisi pada makanan berperan dalam memberikan energi bagi tubuh	▪ Kandungan nutrisi di dalam makanan ▪ Jenis nutrisi yaitu karbohidrat, lemak, protein, vitamin, mineral, dan air

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Kebutuhan energi setiap orang berbeda-beda karena dipengaruhi oleh usia, berat badan, aktivitas, dll	▪ Tubuh memerlukan energi untuk mempertahankan suhu tubuh normal	
▪ Konsumsi karbohidrat terlalu berlebihan dapat menyebabkan penyakit gula atau diabetes ▪ Lemak jenuh dapat meningkatkan kolesterol darah yang dapat menyebabkan penyakit jantung dan *stroke*	▪ Jumlah energi yang tersedia dalam makanan diukur dalam satuan kalori ▪ Satu satuan kalori (kal) menunjukkan jumlah panas yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu 1 gram air sebesar 1°C ▪ Jumlah kalori dalam setiap gram makanan dapat diukur menggunakan Kalorimeter	▪ Karbohidrat, lemak, protein dan vitamin merupakan nutrisi organik yang mengandung karbon ▪ Nutrisi anorganik seperti air dan mineral, tidak mengandung karbon ▪ Molekul karbohidrat terbuat dari karbon, hidrogen, dan oksigen
▪ Protein dibutuhkan sebagai penghasil energi, untuk pertumbuhan dan mengganti sel-sel tubuh yang rusak, pembuat enzim dan hormon, dan pembentuk antibodi	▪ Karbohidrat adalah sumber utama energi bagi tubuh ▪ Lemak atau lipid diperlukan tubuh karena menyediakan energi sebesar 9,3 kilo kalori/gram	▪ Karbohidrat terdiri atas karbohidrat sederhana dan karbohidrat kompleks ▪ Lemak dipecah menjadi molekul yang lebih kecil, yaitu asam lemak dan gliserol ▪ Berdasarkan struktur kimianya, dikenal lemak jenuh dan lemak tak jenuh

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Protein dapat diperoleh dari protein hewani dan protein nabati ▪ Vitamin diperlukan untuk mengatur fungsi tubuh dan mencegah beberapa penyakit		
▪ Berbagai jenis vitamin, sumber dan manfaatnya bagi tubuh ▪ Mineral berfungsi dalam proses pembangunan sel, membantu reaksi kimia tubuh, mengangkut oksigen ke seluruh tubuh, dan pembentukan dan pemeliharaan tulang		▪ Protein merupakan molekul besar yang terdiri dari sejumlah asam amino ▪ Asam amino terdiri dari karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen dan kadang-kadang belerang ▪ Berbagai jenis reagen untuk mengetahui nutrisi dalam makanan

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Berbagai mineral dan manfaatnya bagi tubuh ▪ Air dibutuhkan oleh tubuh sebagai pembentuk sel dan cairan tubuh, pengatur suhu tubuh, pelarut zat-zat gizi lain dan pembantu proses pencernaan makanan, pelumas dan bantalan, media transportasi, media pengeluaran sisa metabolisme		▪ Menguji kandungan vitamin C dalam buah ▪ Jenis mineral di antaranya kalsium, fosfor, kalium, natrium, besi, yodium, dan seng ▪ Mineral merupakan nutrisi yang sedikit mengandung atom karbon ▪ Air untuk melarutkan nutrisi yang masuk di dalam tubuh
▪ Mekanisme homeostasis saat tubuh haus		▪ Berbagai kandungan nutrisi dalam coklat

B. Struktur dan Fungsi Sistem Pencernaan Makanan pada Manusia

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Organ pencernaan meliputi saluran pencernaan dan organ aksesori ▪ Organ mulut terdapat gigi dan lidah ▪ Jenis-jenis gigi dan fungsinya ▪ Lidah dan fungsinya	▪ Pencernaan mekanik mengubah makanan yang berukuran besar menjadi berukuran lebih kecil ▪ Pencernaan mekanik oleh gigi di dalam mulut	▪ Pencernaan kimiawi ▪ Enzim ptialin pada mulut berperan dalam pencernaan kimiawi dengan memecah molekul amilum menjadi molekul maltosa

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Otot kerongkongan berkontraksi sehingga menimbulkan gerakan meremas yang mendorong bolus ke dalam lambung	▪ Gerakan lidah mendorong makanan masuk ke dalam kerongkongan	▪ Getah lambung mengandung, asam klorida (HCl), enzim pepsin, dan enzim renin
▪ Otot lambung berkontraksi mengaduk-aduk bolus ▪ Struktur usus halus manusia yang memungkinkan terjadinya penyerapan sari-sari makanan	▪ Terjadi gerak peristaltik di dalam kerongkongan ▪ Mengidentifikasi proses fisika yang terjadi di dalam sistem pencernaan manusia seperti adanya gerak, perubahan energi, dan tekanan	▪ Pencernaan kimiawi oleh asam klorida, enzim pepsin, dan enzim renin di dalam lambung ▪ Pencernaan kimiawi oleh enzim amilase, lipase, dan tripsin di dalam usus halus
		▪ Hati melepaskan glukosa dengan cara memecah glikogen, mengubah gliserol (dari asam lemak) dan asam amino menjadi molekul glukosa, mengubah kolesterol menjadi asam kolik (*cholic acid*) yang berfungsi untuk mengemulsifikasi lemak

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ *E. coli* di dalam usus besar membantu pembusukan sisa makanan ▪ Hati merupakan kelenjar terbesar dalam tubuh dan berfungsi menetralkan racun ▪ Kantung empedu merupakan organ yang menyimpan getah empedu yang dihasilkan oleh hati ▪ Pankreas merupakan kelenjar endokrin yang menghasilkan hormon insulin dan beberapa enzim pencernaan		▪ Bilirubin merupakan pigmen yang terbentuk dari pemecahan hemoglobin ▪ Getah pankreas mengandung sodium bikarbonat ($NaHCO_3$) dan enzim-enzim pencernaan yang berperan dalam pemecahan karbohidrat, protein, dan lemak ▪ Hormon insulin berfungsi mengubah glukosa dalam darah menjadi glikogen ▪ Mengamati pencernaan kimiawi pada enzim amilase

C. Gangguan pada Sistem Pencernaan dan Upaya untuk Mencegah atau Menanggulanginya

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Obesitas dan faktor penyebabnya ▪ Karies gigi merupakan kerusakan gigi akibat infeksi bakteri yang merusak lapisan gigi sehingga merusak struktur gigi	▪ Mengukur indeks massa tubuh	▪ Bakteri pada mulut mengolah gula sehingga menghasilkan asam yang dapat merusak struktur gigi

▪ Sakit Maag merupakan penyakit yang menyebabkan terjadinya peradangan atau iritasi pada lapisan lambung ▪ Hepatitis merupakan penyakit peradangan pada hati ▪ Diare dan mekanisme terjadinya ▪ Konstipasi ▪ Avitaminosis dan gejala yang ditimbulkan ▪ Kekurangan mineral		

Materi Pengayaan: Penyakit mag

Bab 5 Zat Aditif dan Zat Adiktif

Kompetensi Dasar

3.6 Menjelaskan berbagai zat aditif dalam makanan dan minuman, zat adiktif, serta dampaknya terhadap kesehatan.

4.6 Membuat karya tulis tentang dampak penyalahgunaan zat aditif dan zat adiktif bagi kesehatan.

A. Zat Aditif

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Pewarna Alami pada makanan dan minuman misalnya warna hijau dari pandan atau warna merah dari stroberi ▪ Keuntungan pewarna alami	-	▪ Pewarna buatan diperoleh melalui proses reaksi (sintesis) kimia dari zat kimia sintetis

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Keunggulan pemanis buatan bagi penderita kencing manis (Diabetes mellitus) dan bagi diet ▪ Bahan makanan memiliki jangka waktu tertentu menjadi rusak, karena tumbuhnya jamur, bakteri atau mikroorganisme lain		▪ Struktur kimia yang mirip seperti apokaroten yang mempunyai warna oranye ▪ Jenis pewarna sintesis untuk makanan dan minuman ▪ Keunggulan pewarna sintesis
▪ Bahan pengawet dapat menghambat pertumbuhan jamur, bakteri, dan organisme lain yang ada pada makanan dan minuman ▪ Cara pengawetan makanan dengan pengasinan atau pemanisan ▪ Metode pengawetan lain adalah dengan cara fisis misalnya dengan pemanasan, pendinginan, pembekuan, pengasapan, pengeringan, dan penyinaran	-	▪ Pemanis alami untuk makanan dan minuman misalnya gula pasir, gula kelapa dll ▪ Contoh pemanis buatan adalah siklamat, aspartam, kalium asesulfam, dan sakarin ▪ Tingkat kemanisan pemanis buatan ▪ Bahan Pengawet makanan dan minuman ▪ Reaksi kimia yang disebabkan oleh mikroorganisme seperti fermentasi

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Penyedap alami yang digunakan pada makanan dan minuman misalnya garam, bawang putih, bawang merah, cengkeh, pala, merica, cabai, laos, kunyit, ketumbar, sereh, dan kayu manis	-	▪ Reaksi-reaksi kimia lain yang dapat dicegah oleh adanya pengawet yaitu pengasaman, oksidasi, pencoklatan (*browning*), dan reaksi enzimatis lainnya. ▪ Contoh bahan pengawet dan penggunaannya
▪ Senyawa monosodium glutamat (MSG) dibuat dari fermentasi tetes tebu dengan bantuan bakteri *Micrococcus glutamicus* ▪ Dampak bagi kesehatan		▪ Penyedap buatan pada makanan misalnya vetsin yang mengandung senyawa monosodium glutamat (MSG) ▪ Dosis penggunaan MSG untuk makanan
▪ Zat pemberi aroma yang berasal dari bahan segar atau ekstrak dari bahan alami, misalnya dari ekstrak buah nanas, ekstrak buah anggur, minyak atsiri, dan vanili	-	▪ Pemberi aroma ada juga yang senyawa sintetis, misalnya amil kaproat (aroma apel), amil asetat (aroma pisang ambon), etil butirat (aroma nanas), vanilin (aroma vanili), dan metil antranilat (aroma buah anggur)

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Contoh bahan pengental alami misalnya pati, gelatin, gum, agar-agar, dan alginat	-	▪ Pengemulsi adalah bahan tambahan yang dapat mempertahankan penyebaran (dispersi) lemak dalam air dan sebaliknya

B. Zat Adiktif

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Akibat mengonsumsi narkotika yakni dapat menimbulkan penurunan kesadaran, mengurangi rasa nyeri, dan ketergantungan bagi penggunanya	-	▪ Jenis-jenis zat adiktif ▪ Narkotika ▪ Kelompok narkotika ▪ Jenis-jenis narkotika golongan I seperti heroin, kokain, dan ganja
-	-	▪ Narkotika golongan II, misalnya, morfin, petidin, dan metadon ▪ Narkotika golongan III, misalnya, kodein ▪ Struktur kimia morfin dan metadon
▪ Psikotropika dapat memengaruhi mental dan perilaku seseorang	-	▪ Pengelompokan psikotropika dan contoh zat-zat yang tergolong masuk di masing-masing kelompok ▪ Struktur kimia nitrazepam

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Zat psiko-aktif dapat berpengaruh terhadap kerja sistem saraf ▪ Alkohol diperoleh dari proses fermentasi glukosa dengan ragi *(Saccharomyce cerevisiae)* ▪ Makanan dan minuman yang mengandung alkohol ▪ Dampak bagi kesehatan bagi pengonsumsi alkohol	-	▪ Contoh-contoh zat psiko-aktif lainnya selain narkotika dan psikotropika ▪ Rumus kimia alkohol yakni C_2H_5OH ▪ Kandungan daun tembaga adalah nikotin ▪ Struktur kimia nikotin ▪ Kafein merupakan zat adiktif yang terdapat pada kopi ▪ Struktur kimia kafein
▪ Dampak merokok yakni dapat menyebabkan kanker tenggorokan dan kanker paru-paru ▪ Pengelompokan zat adiktif berdasarkan pada pengaruhnya terhadap tubuh	-	-
▪ Cara kerja zat adiktif dalam tubuh ▪ Cara kerjanya yakni memengaruhi kerja otak pada bagian yang bertanggung jawab untuk mengatur perasaan ▪ Mekanisme yang menyebabkan ketagihan mengonsumsi zat adiktif	-	▪ Senyawa-senyawa kimia yang berfungsi untuk mentransfer impuls pada sistem saraf

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Dampak penggunaan zat adiktif bagi kesehatan ▪ Dampak penggunaan narkoba dalam jangka panjang dan pendek bagi kesehatan ▪ Dampak mengonsumsi heroin, morfin, opium, dan kodein bagi kesehatan yakni ketergantungan, meninggal karena overdosis, sembelit, gangguan siklus menstruasi, dan impotensi	-	▪ Contoh-contoh narkotika misalnya heroin, morfin, opium, kodein, ganja, dan kokain
▪ Dampak mengonsumsi ganja bagi kesehatan yaitu menyebabkan daya pikir berkurang, motivasi belajar turun drastis, perhatian ke lingkungan sekitar berkurang, radang paru-paru, daya tahan tubuh menurun, dan gangguan sistem peredaran darah ▪ Dampak mengonsumsi kokain dapat menyebabkan kurang gizi, anemia, kerusakan pada hidung, dan gangguan jiwa	-	-

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Dampak penggunaan psikotropika bagi kesehatan ▪ Ekstasi (MDMA) dan sabu (metamfetamin) menyebabkan kurang gizi, anemia, penyakit jantung, gangguan jiwa (psikotik), dan *stroke*	-	▪ Contoh-contoh psikotropika seperti ekstasi (MDMA) dan sabu (metamfetamin)
▪ Dampak penggunaan zat psiko-aktif lainnya dalam jangka panjang bagi kesehatan	▪ Percobaan bahaya kandungan rokok	▪ Contoh-contoh zat psiko-aktif ▪ Senyawa yang terkandung pada rokok adalah nikotin
▪ Inhalansia dapat menyebabkan kerusakan otak, paru-paru, ginjal, dan jantung ▪ Alkohol dapat merusak hati, merusak kelenjar getah lambung, kerusakan sistem saraf, menyebabkan gangguan jantung, dan meningkatkan risiko kanker, serta cacat pada bayi yang akan dilahirkan	-	▪ Kandungan yang ada pada rokok selain nikotin adalah 4.000 senyawa, termasuk tar dan karbon monoksida (CO)

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Senyawa-senyawa pada rokok selain nikotin dapat menyebabkan kanker paru, penyempitan pembuluh darah, penyakit jantung, tekanan darah tinggi, dan impotensi		

C. Upaya Pencegahan Diri dari Bahaya Narkoba

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Beberapa upaya untuk menjaga diri dari bahaya narkoba ▪ Mengenal dan menilai diri sendiri ▪ Cara mengenal diri sendiri ▪ Meningkatkan harga diri	-	-
▪ Cara mengetahui kuat lemahnya harga diri ▪ Meningkatkan rasa percaya diri ▪ Terampil mengatasi masalah dan mengambil keputusan ▪ Memilih pergaulan yang baik dan terampil menolak tawaran narkoba ▪ Terampil sebagai agen pencegahan penyalahgunaan narkoba ▪ Menerapkan pola hidup sehat		

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Memperkuat iman dan taqwa kepada Tuhan ▪ Melakukan kegiatan yang positif ▪ Membangun komunikasi dan hubungan yang baik dengan teman dan keluarga		

Materi Pengayaan: Rehabilitasi pecandu narkoba, zat aditif alami dan zat aditif buatan

Bab 6 Sistem Peredaran Darah Manusia

Kompetensi Dasar

3.7 Menganalisis sistem peredaran darah pada manusia dan memahami gangguan pada sistem peredaran darah, serta upaya menjaga kesehatan sistem peredaran darah.

4.7 Menyajikan hasil percobaan pengaruh aktivitas (jenis, intensitas, atau durasi) pada frekuensi denyut jantung.

A. Struktur dan Fungsi Sistem Peredaran Darah

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Komponen-komponen penyusun darah ▪ Karakteristik dari komponen-komponen penyusun darah ▪ Golongan darah ▪ Karakteristik masing-masing golongan darah	▪ Jumlah leukosit sel per 1 mm^3 darah ▪ Jumlah trombosit per 1 mm^3 darah	▪ Reaksi kimia pembentukan oksihemoglobin ▪ Reaksi kimia pembentukan karbamino-hemoglobin ▪ Komponen plasma darah

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Jantung dan pembuluh darah ▪ Jantung sebagai alat pemompa darah ke seluruh tubuh ▪ Bagian-bagian jantung dan fungsinya		▪ Enzim trombokinase pada trombosit ▪ Fungsi darah untuk menjaga derajat keasaman (pH) darah
▪ Proses kerja jantung dalam mengalirkan darah ke seluruh tubuh ▪ Jenis otot dan sistem kerja otot yang ada pada jantung ▪ Macam-macam pembuluh darah (pembuluh nadi (arteri), pembuluh balik (vena), dan kapiler) dan fungsinya ▪ Struktur pembuluh darah	-	▪ Ikatan O_2 dan CO_2 dalam proses peredaran darah di jantung ▪ Pertukaran O_2 dan CO_2 antara darah dengan jaringan tubuh
▪ Perbedaan pembuluh nadi (arteri), pembuluh balik (vena), dan kapiler		
▪ Proses peredaran darah pada manusia yaitu peredaran darah terbuka dan tertutup ▪ Proses peredaran darah tertutup dan terbuka pada manusia	-	

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Frekuensi denyut jantung pada manusia ▪ Faktor-faktor yang memengaruhi frekuensi denyut jantung	▪ Frekuensi denyut jantung laki-laki berkisar antara 64-72 denyutan/menit dan perempuan berkisar antara 72-80 denyutan/menit ▪ Denyut jantung pada janin berkisar 140-160 denyutan/menit ▪ Rerata maksimum detak jantung seseorang berkaitan dengan usianya ▪ Frekuensi denyut jantung per menit saat berolahraga dan istirahat	▪ Hormon yang mempercepat denyut jantung yakni hormon adrenalin (epineprin) ▪ Komposisi ion yang dapat memengaruhi denyut jantung

B. Gangguan atau Kelainan pada Sistem Peredaran Darah dan Upaya untuk Mencegah serta Menanggulanginya

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Jantung koroner ▪ Gejala penyakit jantung koroner ▪ Cara pencegahan penyakit jantung koroner ▪ Olahraga mengurangi kolesterol dalam darah	-	▪ Kolesterol terdapat dalam darah ▪ Komposisi nutrisi pada pola makan sehari-hari yakni mengurangi makanan yang banyak mengandung kolesterol dan lemak

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
		▪ Alkohol dapat memicu terjadinya gangguan pada sistem peredaran darah ▪ Kandungan nikotin dalam asap rokok dapat merangsang hormon adrenalin yang mengakibatkan proses metabolisme lemak berubah
▪ *Stroke* ▪ Gejala penyakit *stroke* ▪ Cara pencegahan penyakit *stroke*	▪ Otot-otot kaki dapat berperan untuk memompa darah dalam pembuluh vena agar darah kembali ke jantung melawan gaya gravitasi	▪ Lemak atau kolesterol dapat menyebabkan pembuluh darah pada otak tersumbat atau membuat pembuluh darah di otak pecah sehingga dapat menjadikan *stroke*
▪ Penyakit varises ▪ Gejala penyakit varises ▪ Cara pencegahan penyakit varises	▪ Pelebaran vena mengakibatkan kutub tidak berfungsi, sehingga darah dapat kembali akibat gaya gravitasi dan membuat vena semakin melebar	-
▪ Anemia ▪ Faktor penyebab penyakit anemia ▪ Tindakan yang harus dihindari penderita penyakit anemia	-	▪ Kurangnya hemoglobin menyebabkan tubuh kekurangan O_2 ▪ Kekurangan zat besi menyebabkan anemia

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Penyakit hipertensi dan hipotensi ▪ Penyebab penyakit hipertensi dan hipotensi ▪ Ciri-ciri penderita hipertensi ▪ Ciri-ciri penderita hipotensi ▪ Cara mengatasi penyakit hipotensi	▪ Hipertensi terjadi apabila tekanan darah lebih dari 120/80 mmHg ▪ Hipotensi terjadi apabila tekanan darah kurang dari 120/80 mmHg	▪ Makanan dan minuman yang mengandung alkohol, lemak dan kolesterol dapat menyebabkan hipertensi

Materi Pengayaan: Hipertensi

Bab 7 Tekanan Zat dan Penerapannya dalam Kehidupan Sehari-hari

Kompetensi Dasar

3.8 Menjelaskan tekanan zat dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari, termasuk tekanan darah, osmosis, dan kapilaritas jaringan angkut pada tumbuhan.

4.8 Menyajikan data hasil percobaan untuk menyelidiki tekanan zat cair pada kedalaman tertentu, gaya apung, dan kapilaritas, misalnya dalam batang tumbuhan.

A. Tekanan Zat

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
-	▪ Tekanan zat ▪ Tekanan dipengaruhi oleh gaya	▪ Mengidentifikasi unsur melalui pembakaran
-	▪ Tekanan zat padat ▪ Besar tekanan dipengaruhi oleh besarnya gaya dan luas bidang	-

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
-	▪ Tekanan zat cair ▪ Tekanan hidrostatis ▪ Percobaan tekanan zat cair pada kedalaman tertentu	-
	▪ Hukum Archimedes ▪ Percobaan sederhana hukum Archimedes ▪ Kapal laut memanfaatkan hukum Archimedes ▪ Mekanisme pengeluaran air dan pemasukan air pada kapal selam	▪ Molekul air
-	▪ Hukum Pascal ▪ Contoh alat yang memanfaatkan hukum Pascal yakni pompa hidrolik ▪ Prinsip kerja pompa hidrolik ▪ Simulasi prinsip Kerja pompa hidrolik ▪ Tekanan air pada kantong plastik ▪ Tekanan gas	▪ Molekul air
-	▪ Percobaan tekanan udara ▪ Contoh benda yang memanfaatkan prinsip tekanan zat yakni balon udara	-

B. Aplikasi Konsep Tekanan Zat pada Makhluk Hidup

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Pengangkutan air dan nutrisi pada tumbuhan ▪ Mekanisme pengangkutan air, mineral, dan nutrisi pada tumbuhan	-	▪ Air dan mineral diangkut ke seluruh bagian tubuh tumbuhan
▪ Pengangkutan air pada tumbuhan ▪ Jalur air pada tumbuhan ▪ Manfaat air bagi tumbuhan	▪ Daya kapilaritas batang dipengaruhi oleh adanya gaya kohesi dan adhesi	▪ Molekul air
▪ Proses pengangkutan nutrisi pada tumbuhan ▪ Pergerakan air dan nutrisi pada tanaman	-	▪ Hasil fotosintesis berupa gula dan asam amino
▪ Tekanan darah ▪ Jantung sebagai organ pemompa darah	▪ Alat untuk mengukur tekanan darah ▪ Cara mengukur tekanan darah	▪ Kekurangan darah dapat mengakibatkan sel kekurangan oksigen dan nutrisi
▪ Tekanan gas pada proses pernapasan ▪ Mekanisme pertukaran gas pada paru-paru	▪ Difusi gas pada proses pernapasan dan sirkulasi ▪ Tekanan parsial pada proses difusi gas	▪ Gas yang berperan dalam pernapasan adalah O_2 dan CO_2

Materi Pengayaan: Pompa air manual dan pompa air menggunakan kincir angin

Bab 8 Sistem Pernapasan Manusia

Kompetensi Dasar

3.9 Menganalisis sistem pernapasan pada manusia dan memahami gangguan pada sistem pernapasan, serta upaya menjaga kesehatan sistem pernapasan.

4.9 Menyajikan karya tentang upaya menjaga kesehatan sistem pernapasan.

Pendahuluan

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Pengertian respirasi ▪ Proses dasar dalam respirasi manusia meliputi bernapas, respirasi internal, dan respirasi eksternal ▪ Respirasi seluler ▪ Organ-organ pernapasan pada manusia	▪ Pengamatan frekuensi pernapasan	▪ Gas yang berperan dalam pernapasan O_2 dan CO_2 ▪ Hasil reaksi metabolisme adalah ATP

A. Struktur dan Fungsi Sistem Pernapasan Manusia

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Pengelompokan organ-organ penyusun sistem pernapasan dan dasar pengelompokannya	-	▪ Pertukaran gas O_2 dan CO_2 dalam proses respirasi
▪ Sistem pernapasan secara fungsional dibagi menjadi dua yakni zona penghubung dan zona respirasi		

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Hidung ▪ Bagian-bagian dari hidung dan fungsi masing-masing bagiannya ▪ Fungsi utama hidung	-	▪ Gas yang terdapat di udara dapat berupa gas NO_2, CO_2, CO, O_2, dan SO_2 ▪ Gas CO dapat menyebabkan kematian apabila terlalu banyak terhirup
▪ Faring ▪ Letak faring ▪ Struktur faring ▪ Fungsi faring	-	-
▪ Laring ▪ Struktur laring ▪ Bagian-bagian yang ada di dalam laring ▪ Fungsi laring ▪ Struktur pita suara pada laring	▪ Udara yang melewati laring dapat menggetarkan pita suara, sehingga dihasilkan gelombang suara ▪ Gelombang suara dapat menghasilkan macam-macam bunyi ▪ Mekanisme perubahan tinggi rendahnya nada	▪ Hormon androgen (hormon kelamin pria) memengaruhi pita suara pada pria, sehingga pita suara akan bergetar lebih lamban
▪ Trakea ▪ Struktur anatomi organ trakea ▪ Fungsi silia pada trakea	-	-
▪ Bronkus ▪ Percabangan trakea ada dua yakni bronkus primer dan bronkus sekunder ▪ Struktur bronkus ▪ Fungsi bronkus	-	▪ Gas oksigen disuplai oleh cabang-cabang bronkus

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Bronkiolus ▪ Karakteristik struktur bronkiolus	-	-
▪ Paru-paru ▪ Bagian-bagian dari organ paru-paru ▪ Struktur paru-paru ▪ Fungsi pleura ▪ Struktur alveolus dan fungsi alveolus ▪ Mekanisme Pernapasan Manusia ▪ Pernapasan melibatkan dua proses yakni proses menghirup udara (inhalasi/inspirasi) dan menghembuskan udara (ekshalasi/ ekspirasi) ▪ Mekanisme pernapasan dapat dibedakan menjadi pernapasan dada dan pernapasan perut	▪ Pernapasan dada ketika menghirup dan menghembuskan udara dapat memengaruhi volume dan tekanan udara dalam rongga dada ▪ Kontraksi dan relaksasi otot diafragma pada proses pernapasan perut dapat memengaruhi volume rongga dan tekanan udara pada rongga dada	▪ Pertukaran O_2 dan CO_2 terjadi pada paru-paru
▪ Mekanisme pernapasan dada dan pernapasan perut ▪ Peran otot dalam pernapasan dada dan pernapasan perut	▪ Tekanan udara di rongga dada memengaruhi tekanan udara pada paru-paru	-
▪ Faktor yang memengaruhi frekuensi pernapasan	▪ Frekuensi pernapasan	▪ Kebutuhan oksigen dan produksi CO_2 pada pria lebih tinggi daripada wanita

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
-	▪ Volume pernapasan ▪ Percobaan pengukuran volume pernapasan dengan botol air mineral terisi air penuh ▪ Volume-volume udara yang digunakan dalam proses pernapasan	-

B. Gangguan pada Sistem Pernapasan Manusia dan Upaya untuk Mencegah atau Menanggulanginya

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Macam-macam gangguan sistem pernapasan pada manusia ▪ Asma ▪ Faktor yang menyebabkan asma yaitu faktor bawaan atau keturunan dan faktor lingkungan	-	▪ Manusia tidak bisa hidup tanpa oksigen ▪ Senyawa kimia yang dapat mengganggu kontraksi otot, sehingga menjadikan penyempitan saluran pernapasan
▪ Kondisi bronkus normal dan penderita asma ▪ Ciri-ciri penderita asma ▪ Cara mengatasi asma	-	▪ Kandungan obat hirup asma adalah asam kromoglikat
▪ Pneumonia ▪ Penyebab pneumonia adanya infeksi dari virus, bakteri, jamur dan parasit lainnya	-	▪ Racun yang dikeluarkan bakteri *Streptococcus pneumoniae*

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Mekanisme terjadinya pneumonia karena infeksi dari *Streptococcus pneumoniae* ▪ Gejala penyakit pneumonia ▪ Cara penularan penyakit pneumonia ▪ Cara menangani penyakit pneumonia ▪ Kondisi paru-paru penderita pneumonia	-	-
▪ *Tuberculosis* (TBC) ▪ Penyebab TBC adalah infeksi bakteri *Mycobacterium tuberculosis* ▪ Mekanisme penginfeksian bakteri *Mycobacterium tuberculosis* pada paru-paru ▪ Gejala penyakit TBC ▪ Tulang dapat terinfeksi bakteri *Mycobacterium tuberculosis*	-	-
▪ Faringitis ▪ Penyebab faringitis adalah infeksi pada faring oleh kuman penyakit, seperti virus, bakteri, maupun jamur	-	-

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Virus yang dapat menyebabkan faringitis misalnya, *Adenovirus*, *Orthomyxovirus*, *Rhinovirus*, dan *Coronavirus* ▪ Bakteri yang menyebabkan faringitis adalah *Streptococcus pyogenes* ▪ Penanganan faringitis	-	▪ Zat kimia juga dapat menyebabkan faringitis
▪ Tonsilitis ▪ Fungsi tonsil (amandel) akan menyaring virus dan bakteri yang akan masuk ke dalam tubuh ▪ Gejala tonsilitis ▪ Virus yang dapat menyebabkan tonsilitis yaitu *Adenovirus*, *Rhinovirus*, *Influenza*, dan *Coronavirus* ▪ Golongan bakteri yang menyebabkan tonsilitis adalah bakteri *Streptococcus* ▪ Influenza atau Flu ▪ Penyebab flu adalah infeksi virus	-	▪ Senyawa kimia sitokin, seperti fosfolipase yang dihasilkan oleh sel darah putih untuk menghancurkan virus dan bakteri

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Virus yang sering menjadi penyebab influenza adalah *Orthomyxovirus*, misalnya *Influenza virus* ▪ Gejala umum influenza	▪ Penderita influenza suhu tubuhnya lebih dari 39°C	-
▪ Kanker paru-paru ▪ Penyebab kanker paru-paru ▪ Gejala kanker paru-paru ▪ Struktur paru-paru yang terkena kanker ▪ Perokok pasif lebih dapat terjangkit kanker paru-paru	-	-

Materi Pengayaan:

1. Pengaruh olahraga terhadap sistem respirasi
2. Pengaruh merokok terhadap sistem respirasi

Bab 9 Sistem Ekskresi Manusia

Kompetensi Dasar

3.10 Menganalisis sistem ekskresi pada manusia, kelainan dan penyakit pada sistem ekskresi, serta upaya menjaga kesehatan sistem ekskresi.

4.10 Membuat karya tentang sistem ekskresi pada manusia dan penerapannya dalam menjaga kesehatan diri.

A. Struktur dan Fungsi Sistem Ekskresi pada Manusia

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Organ-organ ekskresi pada manusia ▪ Ginjal ▪ Fungsi ginjal		

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Struktur penyusun ginjal ▪ Struktur badan Malpighi ▪ Struktur medula renalis		
▪ Saluran-saluran yang ada di bagian korteks renalis ▪ Fungsi pelvis renalis atau rongga ginjal ▪ Proses penyaringan dalam ginjal, serta tahap-tahapnya ▪ Organ-organ yang berperan dalam proses pembentukan urine		▪ Tahap pembentukan urine di dalam ginjal adalah tahap filtrasi, tahap reabsorpsi, dan tahap augmentasi
▪ Mekanisme filtrasi dalam ginjal meliputi bagian-bagian ginjal dan berperannya dalam proses filtrasi ▪ Struktur badan Malpighi dan proses filtrasi		▪ Tahap filtrasi ▪ Cairan hasil penyaringan (filtrat) tersusun atas urobilin, urea, glukosa, air, asam amino, dan ion-ion, seperti natrium, kalium, kalsium, dan klor
▪ Bagian-bagian dari ginjal yang berperan dalam proses reabsorpsi		▪ Tahap reabsorpsi ▪ Cairan hasil reabsorpsi disebut urine sekunder yang mengandung air, garam, urea, dan urobilin

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Mekanisme tahap augmentasi pada ginjal ▪ Proses keluarnya urine dari kandung kemih		▪ Tahap augmentasi ▪ Penyerapan air, ion natrium, klor dan urea juga terjadi pada tahap augmentasi
▪ Kulit ▪ Fungsi kulit sebagai organ ekskresi ▪ Struktur anatomi kulit		▪ Senyawa yang diserap oleh kelanjar keringat adalah air, ion-ion, NaCl, dan urea
▪ Paru-paru ▪ Struktur paru-paru pada manusia ▪ Sisa metabolisme yang diekskresikan melalui paru-paru	▪ Perbandingan tekanan udara paru-paru dan tekanan udara atmosfer saat ekskresi	▪ Senyawa yang terlibat dalam proses ekskresi pada paru-paru adalah CO_2 dan O_2
▪ Hati ▪ Fungsi hati sebagai organ ekskresi ▪ Struktur anatomi hati ▪ Proses pembentukan pigmen empedu dan siklus sel darah merah	▪ Penanganan penyakit penyumbatan empedu akibat batu empedu dengan batu empedu, terapi dengan gelombang ultrasonik maupun sinar laser ▪ Perbandingan jumlah air yang keluar dari tubuh pada lingkungan yang berbeda	▪ Proses perubahan zat-zat dalam proses pembentukan pigmen empedu seperti hemin menjadi biliverdin dan biliverdin kemudian diubah menjadi bilirubin. Bilirubin diubah menjadi urobilinogen

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
		▪ Senyawa penyusun getah empedu tersusun atas air, garam empedu (garam natrium dan garam kalium), lesitin, kolesterol, pigmen empedu, dan beberapa ion ▪ Pigmen kecokelatan pada feses disebut sterkobilin

B. Gangguan pada Sistem Ekskresi Manusia dan Upaya untuk Mencegah atau Menanggulanginya

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
▪ Nefritis ▪ Penyebab nefritis adalah infeksi bakteri *Streptococcus* ▪ Penanganan nefritis ▪ Struktur ginjal penderita nefritis		▪ Percobaan kandungan gula dan protein pada urine untuk mengecek kesehatan ginjal ▪ Nefritis menyebabkan senyawa asam urat dan urea asam urat dan urea ke pembuluh darah (uremia)

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Batu ginjal ▪ Pencegahan batu ginjal ▪ Penanganan batu ginjal		▪ Kandungan batu ginjal adalah kalsium oksalat, asam urat, dan kristal kalsium fosfat ▪ Proses terbentuknya endapan batu ginjal ▪ Konsumsi vitamin C dengan dosis tinggi akan meningkatkan risiko batu ginjal
▪ Albuminuria ▪ Penyebab penyakit albuminuria adalah kerusakan pada glomerulus yang berperan dalam proses filtrasi ▪ Cara pencegahan penyakit albuminuria		▪ Proses filtrasi terganggu menyebabkan ada kandungan protein pada urine ▪ Konsumsi terlalu banyak protein, kalsium dan vitamin C dapat membuat glomerulus bekerja keras, sehingga bisa rusak
▪ Hematuria ▪ Penyebab hematuria diakibatkan adanya peradangan pada saluran kemih akibat gesekan dengan batu ginjal ▪ Hematuria juga dapat disebabkan oleh bakteri ▪ Upaya pencegahan hematuria		▪ Penanganan hematuria adalah dengan memberi antibiotik

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Diabetes insipidus ▪ Ciri- ciri penderita diabetes insipidus		▪ Penyakit diabetes insipidus disebabkan kekurangan hormon ADH atau hormon antidiuretik ▪ Upaya penanganan penderita diabetes insipidus adalah dengan memberikan suntikan hormon antidiuretik
▪ Kanker ginjal ▪ Penyebab kanker ginjal adalah pertumbuhan sel pada ginjal yang tidak terkontrol di sepanjang tubulus dalam ginjal ▪ Transplantasi ginjal	▪ Pencucian darah pada penderita kanker ginjal	▪ Upaya mencegah kanker ginjal dengan mengurangi konsumsi zat-zat kimia yang memicu kanker
▪ Biang keringat ▪ Penyebab biang keringat adalah oleh sel-sel kulit mati yang tidak dapat terbuang secara sempurna ▪ Akibat yang ditimbulkan biang keringat seperti bintik-bintik kemerahan yang disertai gatal ▪ Upaya pencegahan biang keringat		▪ Kosmetik dapat menyebabkan biang keringat ▪ Faktor hormonal yang merangsang kelenjar minyak pada kulit

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Jerawat ▪ Jerawat dapat timbul karena kurangnya menjaga kebersihan kulit ▪ Upaya-upaya pencegahan jerawat		▪ Penggunaan kosmetik yang berlebihan dan mengandung minyak dapat menyebut menyumbat pori-pori ▪ Konsumsi makanan mengandung lemak juga dapat menyebabkan jerawat

Materi Pengayaan:

1. Cuci darah (hemodialisis)
2. Transplantasi ginjal

Bab 10 Getaran, Gelombang dan Bunyi dalam Kehidupan Sehari-hari

Kompetensi Dasar

3.11 Menganalisis konsep getaran, gelombang, dan bunyi dalam kehidupan sehari-hari termasuk sistem pendengaran manusia dan sistem sonar pada hewan.

4.11 Menyajikan hasil penyelidikan tentang getaran, gelombang, dan bunyi.

A. Getaran, Gelombang, dan Bunyi

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Organ yang berperan dalam pengaturan terjadinya suara adalah pita suara dan kotak suara yang berupa pipa pendek	▪ Getaran ▪ Periode getaran ▪ Frekuensi getaran ▪ Amplitudo ▪ Energi getaran akan merambat dalam bentuk gelombang	

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
	▪ Saat mendengar bunyi, getaran akan merambat dalam bentuk gelombang yang membawa sejumlah energi, sehingga sampai ke saraf yang menghubungkan ke otak ▪ Gelombang transversal ▪ Gelombang longitudinal ▪ Kecepatan gelombang ▪ Pemantulan gelombang ▪ Bunyi merupakan gelombang longitudinal yang merambatkan energi gelombang di udara sampai terdengar oleh reseptor pendengar	
	▪ Bunyi ditimbulkan oleh benda-benda yang bergetar ▪ Kecepatan bunyi tergantung pada temperatur, semakin rendah suhu udara semakin besar kecepatan bunyi ▪ Cepat rambat bunyi pada berbagai medium ▪ Frekuensi bunyi ▪ Tinggi rendahnya nada ditentukan	

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
	▪ Frekuensi bunyi ▪ Resonansi bunyi ▪ Pemantulan bunyi	

B. Mekanisme Mendengar pada Manusia dan Hewan

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Struktur dan fungsi bagian indra pendengaran (telinga) ▪ Tahapan proses mendengar pada manusia ▪ Ekolokasi pada kelelawar ▪ Lumba-lumba memanfaatkan sistem sonar untuk berkomunikasi	▪ Getaran pada struktur indra pendengaran ▪ Sistem sonar	

C. Aplikasi Getaran dan Gelombang dalam Teknologi

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Makhluk hidup dapat memantulkan gelombang ultrasonik	▪ Ultrasonografi (USG) bekerja dengan memancarkan gelombang dan menerima pantulan gelombang dengan menggunakan transduser, transduser mengubah gelombang menjadi sinyal listrik dan komputer mengubah sinar listrik menjadi gambar	▪ Cairan pembersih dan air dapat digunakan untuk melakukan pembersihan ultrasonik ▪ Logam memiliki kepadatan dan karakterist8ik tertentu sehingga dapat dideteksi dengan alat uji ultrasonik

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Sonar pada kapal menyerupai sonar pada lumba-lumba ▪ Beberapa penyakit seperti keseleo pada ligamen, keseleo pada otot, tendonitis, inflamasi sendi, osteoarthritis, dan batu ginjal dapat diterapi dengan menggunakan terapi ultrasonik	▪ Sonar pada kapal laut ▪ Terapi ultrasonik merupakan terapi dengan menggunakan gelombang ultrasonik (800.000-2.000.000 Hz) untuk membantu proses penyembuhan gangguan kesehatan tubuh ▪ Pembersih ultrasonik memanfaatkan gelombang ultrasonik untuk menghasilkan gelembung pada cairan pembersih atau air untuk membersihkan alat yang rumit jika dibersihkan dengan pembersihan biasa	
	▪ Sonifikasi merupakan proses pemberian energi gelombang ultrasonik pada suatu bahan sehingga dapat menjadi bagian yang sangat kecil, meratakan suatu bahan atau merusak suatu bahan	

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
	▪ Pengujian ultrasonik menggunakan gelombang pada frekuensi 0,1-15 Mhz untuk menguji kerusakan, karakteristik, atau ketebalan pada material uji	

Materi Pengayaan: Mekanisme melihat dengan memanfaatkan suara

Bab 11 Cahaya dan Alat Optik

Kompetensi Dasar

3.12 Menganalisis sifat-sifat cahaya, pembentukan bayangan pada bidang datar dan lengkung, serta penerapannya untuk menjelaskan proses penglihatan manusia, mata serangga, dan prinsip kerja alat optik.

4.12 Menyajikan hasil percobaan tentang pembentukan bayangan pada cermin dan lensa.

Pendahuluan

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Keterkaitan antara cahaya dan proses melihat	▪ Fungsi cahaya	

A. Sifat Cahaya dan Proses Pembentukan Bayangan

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Manusia dan tumbuhan menangkap spektrum cahaya yang berbeda	▪ Sifat-sifat cahaya ▪ Percobaan perambatan cahaya, pembiasan cahaya	

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
	▪ Pembentukan bayang-bayang umbra dan penumbra ▪ Pembentukan bayangan pada cermin datar dan cermin lengkung (cermin cekung dan cermin cembung)	
	▪ Sinar istimewa pada cermin cekung ▪ Persamaan pada cermin cekung ▪ Sinar istimewa pada cermin cembung ▪ Persamaan pada cermin cembung	
	▪ Pembentukan bayangan pada lensa ▪ Pembiasan pada lensa ▪ Persamaan pada lensa ▪ Percobaan pembentukan bayangan pada cermin dan lensa	

B. Indra Penglihatan Manusia dan Hewan

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Pantulan cahaya yang mengenai benda menyebabkan dapat melihat	▪ Cahaya dipantulkan oleh benda ▪ Percobaan untuk menganalogikan pembentukan bayangan pada mata	▪ Mekanisme kerja pigmen rodopsin dan pigmen iodopsin ▪ Vitamin yang diperlukan untuk kesehatan mata

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Mata sebagai alat optik ▪ Struktur penyusun organ mata pada manusia, cara kerja dan fungsinya ▪ Iris mata dapat digunakan sebagai pengenal pribadi seseorang ▪ Gangguan pada Indra penglihatan ▪ Struktur mata serangga dan mekanisme kerjanya	▪ Lensa mata berbentuk bikonveks ▪ Penggunaan lensa cembung atau cekung dapat membantu mengatasi beberapa gangguan mata	

C. Alat Optik dalam Kehidupan Sehari-hari

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Penggunaan lup agar mata tidak cepat lelah ▪ Mengidentifikasi bagian kamera yang memiliki kemiripan dengan mata	▪ Kamera ▪ Pembentukan bayangan pada kamera ▪ Kaca pembesar (Lup) ▪ Pembentukan bayangan pada lup ▪ Mikroskop ▪ Pembentukan bayangan pada mikroskop ▪ Teleskop ▪ Pembentukan bayangan pada teleskop	

Materi Pengayaan:

1. Mata faset pada serangga
2. Penglihatan ultraviolet

BAGIAN II: PETUNJUK KHUSUS

Petunjuk Khusus ini berisikan petunjuk atau panduan secara detail bagi guru dalam melakukan pembelajaran sesuai dengan bab atau materi yang terkait.

Motivasi untuk Guru

Sesuatu yang terjadi di dalam kehidupan kita bukanlah sebuah kebetulan. Banyak hal yang terjadi dalam menjalani manis pahitnya kehidupan berdasarkan karakter dan nilai yang kita pegang. Karakter dan nilai yang kita pegang, tidak tumbuh begitu saja, melainkan melalui suatu proses panjang. Banyak yang tidak sadar bahwa pembentukan karakter, nilai, dan jati diri berawal dari lingkungan pendidikan. Banyak dari kita yang tidak sadar bahwa peran seorang guru sangat berpengaruh terhadap kehidupan generasi penerus bangsa.

Betapa mulianya menjadi seorang guru. Guru bukan sekedar profesi yang dapat menghasilkan berlembar-lembar uang, tetapi lebih dari itu. Guru bekerja tidak hanya untuk dirinya sendiri dan keluarganya saja, melainkan untuk beribu-ribu bahkan berjuta-juta umat manusia di bumi. Menjadi seorang guru tidak hanya sekedar berdiri di depan kelas, menjelaskan ilmu pengetahuan kepada anak didiknya, tetapi juga mendidik dengan nilai-nilai kebaikan sebagai bekal masa depan anak bangsa dengan harapan mereka akan mengubah dunia menjadi lebih baik.

Di dunia ini banyak orang hebat yang mampu menghasilkan beberapa karya yang bermutu dan memiliki manfaat besar, namun seorang guru yang bermutu dan profesional dapat melahirkan ribuan orang hebat. Ilmunya, kasih sayangnya, didikannya, dan segala langkahnya bahkan keringatnya juga akan terus mengalir menjadi sejarah keberhasilan setiap manusia.

1 Petunjuk Pembelajaran: Gerak Benda dan Makhluk Hidup di Lingkungan Sekitar

Sumber: Dok. Kemdikbud

A. Pengantar

Bab 1 pada buku ini memuat materi tentang gerak benda dan makhluk hidup di lingkungan sekitar. Pada bagian pertama, peserta didik mempelajari tentang konsep gerak yang meliputi gerak lurus, gaya, dan hukum Newton (hukum Newton I, II, dan III). Pada bagian kedua bab ini, peserta didik mempelajari sistem gerak manusia yang membahas tentang rangka, sendi, otot, gangguan pada sistem gerak, dan upaya menjaga kesehatan sistem gerak pada manusia. Pada bagian ketiga, peserta didik mempelajari sistem gerak pada hewan yang membahas gerak hewan dalam air, gerak hewan di udara, dan gerak hewan di darat. Pada bagian keempat, peserta didik mempelajari sistem gerak pada tumbuhan yang meliputi gerak endonom, gerak higroskopis, dan gerak esionom.

Seluruh materi pada bab ini diajarkan melalui kegiatan diskusi, menganalisis data, dan mencari informasi melalui lingkungan sekitar, media massa, ataupun media elektronik. Setelah mempelajari seluruh bagian yang terdapat pada Bab 1, peserta didik mendapatkan tugas untuk menyelesaikan proyek. Proyek yang akan dikerjakan oleh peserta didik adalah membuat artikel dari hasil identifikasi berbagai kelainan atau penyakit pada sistem gerak. Apabila peserta didik telah selesai menyusun artikel, selanjutnya artikel tersebut ditempel di majalah dinding kelas. Proyek kedua adalah mengidentifikasi jenis gaya yang bekerja pada benda yang bergerak dalam kehidupan sehari-hari. Setelah peserta didik selesai melakukan identifikasi kemudian peserta didik membuat laporan dan mempresentasikan hasilnya di depan kelas.

1. Kompetensi Dasar

3.1 Menganalisis gerak pada makhluk hidup, sistem gerak pada manusia, dan upaya menjaga kesehatan sistem gerak

3.2 Menganalisis gerak lurus, pengaruh gaya terhadap gerak berdasarkan Hukum Newton, dan penerapannya pada gerak benda dan gerak makhluk hidup

4.1 Menyajikan karya tentang berbagai gangguan pada sistem gerak, serta upaya menjaga kesehatan sistem gerak manusia

4.2 Menyajikan hasil penyelidikan pengaruh gaya terhadap gerak benda

2. Indikator Pencapaian Kompetensi

Pada kegiatan pembelajaran di kelas, guru dapat mengembangkan sendiri indikator pencapaian kompetensi yang disesuaikan dengan kondisi peserta didik masing-masing. Berikut ini dipaparkan contoh indikator pencapaian kompetensi yang dapat dijabarkan dari KD 3.1, 3.2, 4.1, dan 4.2.

3.2.1 Mendeskripsikan konsep gerak lurus
3.2.2 Menganalisis perbedaan antara kelajuan dan kecepatan
3.2.3 Menghitung kelajuan, kecepatan, dan percepatan pada beberapa contoh kasus dengan menggunakan rumusan gerak lurus beraturan
3.2.4 Menghitung jarak tempuh hewan yang berlari dengan kecepatan dan waktu tertentu
3.2.5 Mendeskripsikan konsep gaya
3.2.6 Menyebutkan pasangan gaya aksi dan reaksi
3.2.7 Membandingkan besar gaya aksi reaksi yang terjadi antara burung dengan udara ketika burung sedang terbang
3.2.8 Menganalisis penerapan hukum Newton dalam kehidupan sehari-hari
3.2.9 Menghitung berat benda dengan menggunakan persamaan hukum II Newton
3.2.10 Menganalisis penerapan hukum III Newton pada atlet lompat tinggi
3.2.11 Menganalisis hubungan antara gaya dan massa dengan percepatan benda bergerak
4.2.1 Melakukan percobaan gerak lurus pada benda
4.2.2 Melakukan percobaan tentang pengaruh gaya terhadap gerak.
4.2.3 Menyelidiki sifat kelembaman suatu benda
4.2.4 Melakukan percobaan hukum II Newton
4.2.5 Membuat laporan tentang hasil identifikasi jenis gaya yang bekerja pada benda yang bergerak dalam kehidupan sehari-hari
3.1.1 Mengidentifikasi jenis tulang penyusun sistem gerak manusia
3.1.2 Mendeskripsikan proses perkembangan tulang
3.1.3 Mendeskripsikan jenis-jenis sendi
3.1.4 Mengidentifikasi sendi-sendi yang bekerja dalam melakukan aktivitas sehari-hari
3.1.5 Mendeskripsikan struktur tulang manusia
3.1.6 Mendeskripsikan fungsi sistem rangka bagi manusia
3.1.7 Mendeskripsikan jenis-jenis otot
3.1.8 Mendeskripsikan fungsi otot bagi manusia
3.1.9 Menyebutkan jenis-jenis gerak yang melibatkan otot yang bekerja di bawah kesadaran
3.1.10 Mendeskripsikan gangguan yang terjadi pada sistem gerak
3.1.11 Mendeskripsikan upaya menjaga kesehatan sistem gerak
3.1.12 Menjelaskan keterkaitan bentuk tubuh dengan kecepatan gerak hewan
3.1.13 Mendeskripsikan cara gerak hewan pada masing-masing habitat
3.1.14 Mengidentifikasi jenis gerak pada tumbuhan di lingkungan sekitar
4.1.1 Mengamati jaringan otot

4.1.2 Menyelidiki perbedaan diameter otot pada saat berkontraksi dan berelaksasi
4.1.3 Membuat artikel tentang berbagai penyakit dan kelainan pada sistem gerak serta upaya menjaga kesehatan sistem gerak manusia
4.1.4 Menyelidiki pengaruh berbagai rangsang terhadap gerak membuka dan menutupnya daun putri malu
4.1.5 Melakukan pengamatan tentang jenis gerak pada 10 jenis tanaman yang berbeda

3. Alokasi Waktu

Pembelajaran dan penilaian Bab 1 tentang gerak benda dan makhluk hidup di lingkungan sekitar diperkirakan memerlukan waktu kurang lebih 23 jam atau 9 kali tatap muka (TM) (dengan asumsi 5 JP/minggu diorganisasikan menjadi dua kali TM, yakni 3 JP dan 2 JP).

Tabel 1.1 Penjabaran Materi Pembelajaran Tiap Pertemuan pada Bab 1

Pertemuan Ke	Materi
1	Konsep gerak ▪ Gerak lurus ▪ Gaya
2	Konsep gerak ▪ Hukum I Newton ▪ Hukum II Newton
3	▪ Hukum III Newton ▪ Perbedaan hukum I, II,dan III Newton
4	Sistem gerak manusia ▪ Rangka ▪ Sendi
5	Sistem gerak manusia ▪ Otot
6	Gangguan dan kelainan pada sistem gerak dan upaya mencegah serta mengatasinya ▪ Jenis-jenis gangguan dan kelainan sistem gerak ▪ Upaya menjaga kesehatan sistem gerak
7	Sistem gerak pada hewan ▪ Gerak hewan di dalam air ▪ Gerak hewan di udara ▪ Gerak hewan di darat

Pertemuan Ke	Materi
8	Sistem gerak pada tumbuhan ▪ Jenis-jenis gerak pada tumbuhan di lingkungan sekitar
9	▪ Ulangan harian

4. Materi Esensial

a. Benda dan makhluk hidup yang bergerak mengikuti hukum Newton tentang gerak.

b. Hukum I Newton membahas tentang kecenderungan benda untuk mempertahankan keadaan gerak atau diamnya (inersia).

c. Hukum II Newton menjelaskan tentang percepatan gerak sebuah benda berbanding lurus dengan gaya yang diberikan, namun berbanding terbalik dengan massanya.

d. Hukum III Newton menjelaskan tentang gaya aksi reaksi pada dua benda. Ketika benda pertama mengerjakan gaya (ke benda kedua, maka benda kedua tersebut akan memberikan gaya (yang sama besar ke benda pertama namun berlawanan arah.

e. Sistem gerak pada manusia tersusun atas rangka, sendi, dan otot.

f. Rangka tubuh memiliki beberapa fungsi, yaitu 1) memberikan bentuk dan mendukung tubuh; 2) melindungi organ dalam, sebagai contohnya tulang rusuk melindungi jantung dan paru-paru, tulang tengkorak melindungi otak; 3) tempat menempelnya otot yang merupakan alat gerak aktif yang dapat menggerakkan tulang.

g. Rangka manusia dewasa tersusun atas 206 tulang dengan ukuran dan bentuk yang berbeda-beda. Tulang tersusun atas periosteum, sumsum tulang, tulang kompak, tulang spons serta pembuluh darah. Berdasarkan bentuk dan ukurannya, tulang dibedakan menjadi empat, yaitu tulang panjang, tulang pipih, tulang pendek, dan tulang tak beraturan.

h. Sendi adalah tempat bertemunya dua tulang atau lebih. Sendi memungkinkan tulang yang bersambungan dapat bergerak. Berdasarkan banyak sedikitnya gerakan, sendi dibedakan menjadi tiga yaitu sinartrotis, (sendi yang tidak dapat digerakkan), amfiartrosis (sendi yang dapat digerakkan namun terbatas), dan diartrosis (sendi yang dapat digerakkan dengan bebas). Sendi diartrosis dibedakan menjadi lima yaitu sendi peluru, sendi engsel, sendi putar, sendi pelana, dan sendi geser.

i. Otot adalah penggerak bagian-bagian tubuh, sehingga otot disebut alat gerak aktif. Otot terdiri atas otot rangka, otot polos, dan otot jantung. Jaringan ini dapat berkontraksi menjadi lebih pendek. Proses kontraksi ini mengakibatkan bagian-bagian tubuh manusia bergerak. Energi diperlukan pada saat melakukan kontraksi otot. Pada saat melakukan kontraksi, otot akan memadat dan memendek, sehingga pada saat

diukur diameter otot akan membesar. Sebaliknya, pada saat otot dalam keadaan relaksasi, otot akan memanjang, sehingga pada saat diukur diameter otot akan mengecil.

j. Otot rangka adalah otot yang paling banyak di dalam tubuh. Jika diamati di bawah mikroskop, sel-sel otot rangka terlihat bergaris-garis melintang, sehingga otot ini juga disebut dengan otot lurik. Otot rangka melekat pada tulang dengan perantaraan tendon. Tendon adalah pita tebal, berserabut, dan liat yang melekatkan otot pada tulang. Otot rangka termasuk otot yang bekerja di bawah kesadaran. Otot rangka cenderung cepat berkontraksi dan cepat lelah.
k. Otot polos terdapat pada dinding lambung usus halus, rahim, kantung empedu, dan pembuluh darah. Otot ini berbentuk gelendong serta memiliki sebuah inti pada tiap selnya. Otot polos berkontraksi dan berelaksasi dengan lambat. Otot polos bekerja tidak di bawah kesadaran.
l. Otot jantung hanya ditemukan di jantung. Otot jantung mempunyai garis-garis seperti struktur otot rangka, namun otot jantung bekerja tidak di bawah kesadaran seperti otot polos. Otot jantung berkontraksi sekitar 70 kali per menit sepanjang hari.
m. Beberapa contoh gangguan dan kelainan pada sistem gerak manusia antara lain riketsia, osteoporosis, artritis, fraktur, lordosis, kifosis, dan skoliosis.
n. Riketsia adalah gangguan yang terjadi saat anak-anak kekurangan vitamin D, sehingga menyebabkan tulang tumbuh membengkok. Vitamin D berperan dalam proses penyerapan kalsium dan fosfor yang diperlukan dalam pengerasan tulang. Kekurangan vitamin D mengakibatkan penyerapan kalsium dan fosfor terganggu, sehingga pengerasan tulang terganggu dan tulang tumbuh membengkok.
o. Osteoporosis adalah peristiwa berkurangnya massa tulang pada orang dewasa karena proses pembentukan tulang kurang aktif. Penyebab berkurangnya massa tulang adalah kurangnya kalsium dan mineral penyusun tulang lainnya serta menurunnya sintesis protein jaringan ikat kolagen penguat tulang.
p. Artritis adalah penyakit sendi. Penderita penyakit ini mempunyai tulang rawan sendi yang rusak. Salah satu bentuk artritis adalah rematik.
q. Fraktur adalah keadaan patah tulang. Patah tulang dapat terjadi karena tulang mengalami benturan yang keras, misalnya pada saat kecelakaan atau jatuh dari tempat yang tinggi. Ada dua jenis fraktur, yaitu fraktur tertutup dan fraktur terbuka. Fraktur tertutup terjadi jika tulang patah tetapi bagian ujung yang patah tidak menembus kulit. Fraktur terbuka terjadi jika ujung tulang yang patah keluar menembus kulit.
r. Lordosis merupakan kelainan melengkungnya tulang belakang yang berlebihan ke arah depan di bagian pinggang.
s. Kifosis merupakan kelainan dengan melengkungnya tulang belakang yang berlebihan di bagian dada ke arah belakang.

t. Skoliosis adalah melengkungnya tulang belakang ke arah samping.
u. Hewan melakukan gerakan khas sesuai dengan habitat serta adaptasi fisiologi dan morfologinya.
v. Gerak tumbuhan berdasarkan rangsangannya dibagi menjadi gerak endonom, gerak higroskopis, dan gerak esionom.
w. Gerak endonom (gerak spontan) adalah gerak tumbuhan yang tidak memerlukan rangsang dari luar atau tidak diketahui penyebab luarnya. Rangsangan pada gerak endonom diduga berasal dari dalam tumbuhan itu sendiri.
x. Gerak higroskopis adalah gerak bagian tubuh tumbuhan karena pengaruh perubahan kadar air di dalam sel sehingga terjadi pengerutan yang tidak merata.
y. Gerak esionom adalah gerak tumbuhan yang disebabkan oleh adanya rangsangan dari lingkungan sekitar. Gerak esionom berdasarkan rangsangannya dibagi menjadi gerak tropisme (yang terdiri atas gerak geotropisme, hidrotropisme, tigmotropisme, fototropisme, dan kemotropisme), gerak taksis (yang terdiri atas gerak kemotaksis dan fototaksis), dan gerak nasti (yang terdiri atas gerak niktinasti, fotonasti, seismonasti, termonasti, dan nasti kompleks.

B. Kegiatan Pembelajaran

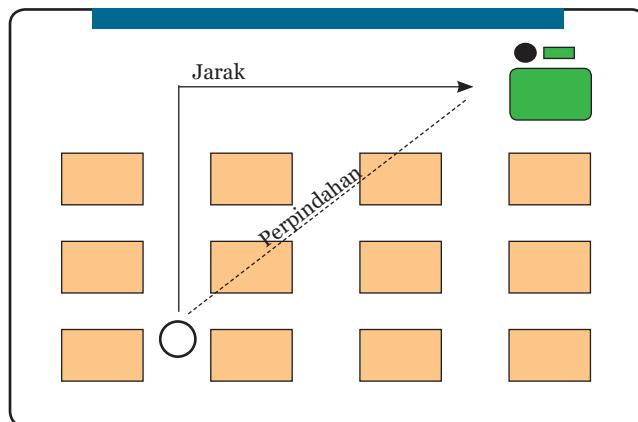
Pada pembelajaran Bab 1 tentang gerak benda dan makhluk hidup di lingkungan sekitar, guru dapat menerapkan pembelajaran model *Group Investigation* (GI), *Discovery Learning*, *Creative Problem Solving* (CPS), *Problem Based Learning* (PBL), *Project Based Learning* (PjBL), inkuiri, *learning cycle*, dan model pembelajaran lainnya yang prosesnya berbasis *scientific approach*.

Pertemuan 1, Materi: Konsep Gerak

a. Guru dapat mengawali kegiatan pembelajaran dengan meminta peserta didik melakukan aktivitas berikut.
    - Satu peserta didik maju ke arah guru di depan kelas.
    - Satu peserta didik menghitung waktu yang diperlukan mulai dari peserta didik berjalan sampai di dekat guru.
    - Peserta didik lainnya diminta menggambarkan lintasan yang dilalui peserta didik yang berjalan di papan tulis.
    - Beberapa peserta didik mengukur jarak atau panjang lintasan yang ditempuh peserta didik yang berjalan.
    - Beberapa peserta didik mengukur jarak antara posisi awal peserta didik berdiri langsung ke arah guru.

b. Guru dapat memposisikan diri di salah satu pojok kelas dan meminta peserta didik yang ada di pojok yang berlawanan dan dengan jarak terjauh dari guru untuk bergerak ke arah guru.

c. Setelah peserta didik yang bertugas untuk berjalan sampai di dekat guru, peserta didik lainnya dapat menuliskan hasil perhitungan waktu, jarak, dsb. di papan tulis.

d. Peserta didik memperhatikan atau mencermati apa yang telah dituliskan oleh teman-temannya. Ketika seseorang bergerak menuju suatu tempat, peserta didik akan menempuh jarak tertentu, memerlukan waktu tertentu, dan melewati suatu lintasan. Lintasan dapat berupa lintasan lurus, lingkaran, ataupun setengah lingkaran. Guru perlu menginformasikan bahwa pada pembahasan ini terdapat perbedaan antara jarak dan perpindahan. Jarak yang ditempuh peserta didik ialah panjang lintasan yang dilewati peserta didik untuk menuju guru. Perpindahan adalah resultan jarak atau panjang dari titik awal hingga titik akhir secara langsung tanpa memperhatikan melewati lintasan mana saja peserta didik tersebut.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.1 Perbedaan Jarak dan Perpindahan

e. Peserta didik dimotivasi untuk membaca tujuan pembelajaran yang tertera pada kegiatan "Ayo, Kita Pelajari!" dan menyampaikan kepada peserta didik nilai yang diperoleh setelah mempelajari bagian ini yang tertera pada fitur "Mengapa Hal ini Penting?".

f. Guru menginformasikan kepada peserta didik bahwa pada pertemuan pertama akan dibahas tentang bagaimana hubungan antara gerak, jarak, lintasan, dan waktu.

g. Guru mengajak peserta didik bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa karena atas kehendak-Nya kita semua mampu untuk bergerak

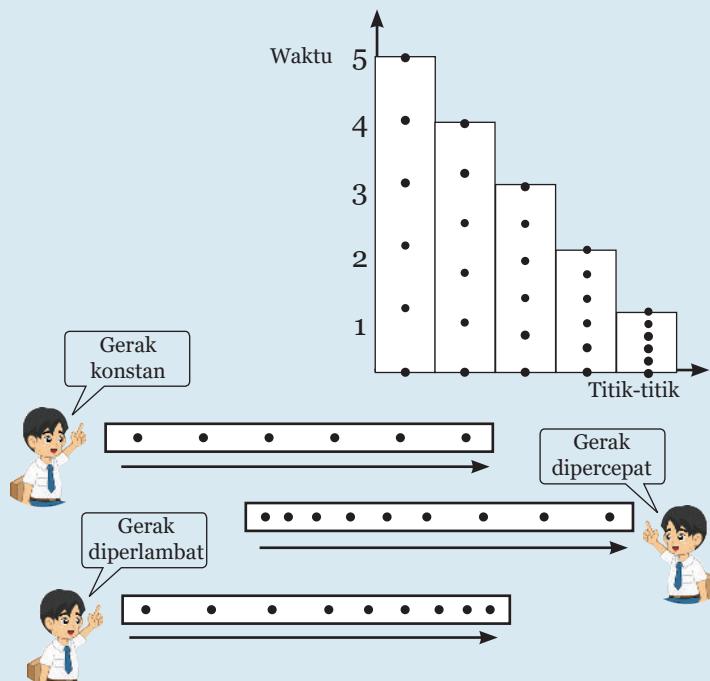
dan memiliki kesempatan mempelajari materi gerak serta hubungannya dengan waktu, jarak, lintasan. Oleh karenanya, peserta didik harus mempergunakan anugerah Tuhan berupa anggota tubuh dengan sebaik-baiknya dan tidak digunakan melakukan hal yang merugikan orang lain.

h. Peserta didik mempelajari tentang gerak lurus. Agar peserta didik dapat lebih paham tentang materi gerak lurus, peserta didik dapat ditugaskan untuk melakukan Aktivitas 1.1 percobaan gerak lurus. Peserta didik berkumpul bersama teman menjadi satu kelompok yang terdiri atas 3-4 orang. Sebelum peserta didik menyelesaikan Aktivitas 1.1, guru sebaiknya mengingatkan peserta didik agar bekerja secara jujur, tertib, dan saling tolong-menolong dengan teman.

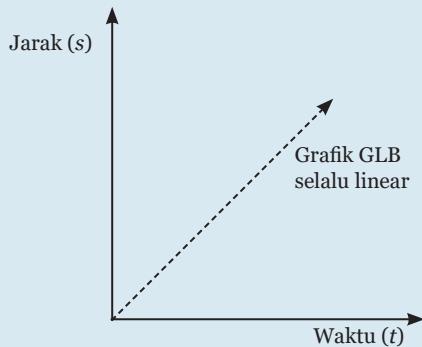
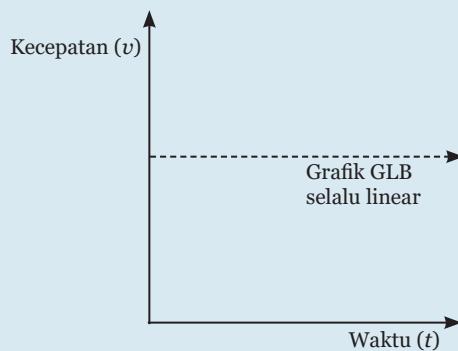
Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 1.1 Percobaan Gerak Lurus (GLB)

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Penggunaan *ticker timer* pada percobaan ini berfungsi sebagai pencatat waktu dan jarak untuk mobil-mobilan yang sedang bergerak.

Sumber: Dok. Kemdikbud

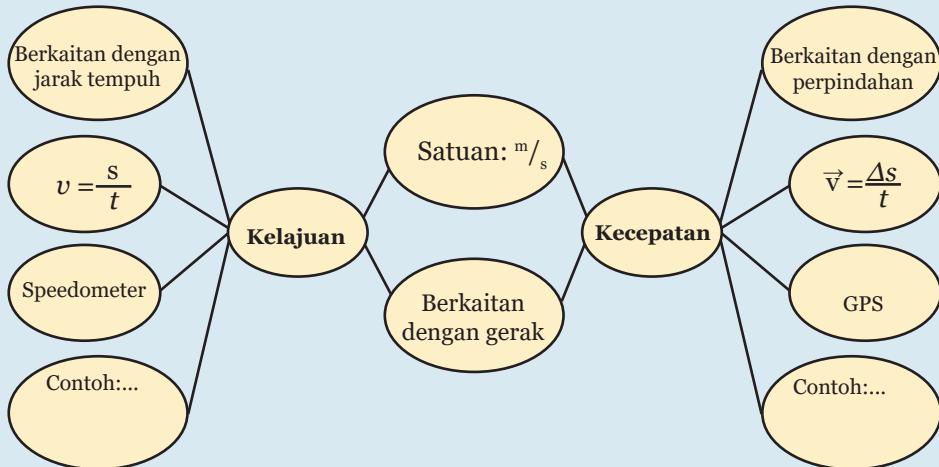
Gambar 1.2 *Ticker Timer* pada Percobaan Gerak Lurus

2. Grafik hubungan antara jarak (sebagai sumbu-*Y*) dengan waktu (sebagai sumbu-*X*)

3. Grafik hubungan antara kecepatan (sebagai sumbu-*Y*) dengan waktu (sebagai sumbu-*X*)

4. Berdasarkan grafik yang telah dibuat:
   a. Grafik antara jarak dan waktu menunjukkan hubungan yang linear, sehingga dapat disimpulkan bahwa waktu berbanding lurus dengan jarak tempuh mobil-mobilan.
   b. Pada GLB kecepatan bernilai konstan terhadap waktu.

i. Setelah peserta didik melakukan kegiatan praktikum dan diskusi, peserta didik diminta menyampaikan hasil diskusi kelompok pada teman sekelas dan menarik kesimpulan dari kegiatan yang telah dilakukan.

j. Peserta didik menyelesaikan soal yang terdapat pada fitur "Ayo, Kita Selesaikan" tentang perbedaan antara kelajuan dengan percepatan secara mandiri ataupun berkelompok dengan teman sebangku.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

1. *Double bubble map* tentang perbedaan antara kelajuan dengan kecepatan:

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.3 *Double Bubble Map* tentang Perbedaan antara Kelajuan dengan Kecepatan

2. Berikut merupakan perhitungan kelajuan sepeda:
   a. Kelajuan sepeda pada detik ke 2 = $v = \frac{s}{t}$ = 4 m/2 s = 2 m/s
   b. Kelajuan sepeda pada detik ke 4 = $v = \frac{s}{t}$ = 8 m/4 s = 2 m/s
   c. Kelajuan sepeda pada detik ke 5 = $v = \frac{s}{t}$ = 10 m/5 s = 2 m/s

Alternatif kesimpulan:

Terdapat perbedaan antara kelajuan dan kecepatan, kelajuan berkaitan dengan jarak tempuh dan kecepatan berkaitan dengan perpindahan. Kelajuan dapat diukur dengan speedometer sedangkan kecepatan menggunakan GPS. Sepeda tersebut melaju dengan kecepatan konstan dan tidak mengalami percepatan.

k. Peserta didik maju ke depan kelas, menuliskan cara penyelesaian, dan jawaban soal yang terdapat pada fitur "Ayo,Kita Selesaikan" tentang perbedaan kelajuan dengan kecepatan.

l. Peserta didik mengamati Gambar 1.6 pada Buku Siswa, selanjutnya peserta didik diminta untuk menceritakan bagaimana kecepatan kendaraan saat lampu lalu lintas menunjukkan warna hijau, dan bagaimana jika lampu lalu lintas berwarna merah.

m. Setelah peserta didik mengenali kejadian percepatan pada kehidupan sehari-hari, guru dapat menjelaskan kepada peserta didik bagaimana cara menghitung percepatan ataupun perlambatan pada kendaraan. Guru dapat menggunakan contoh soal yang ada di buku atau menggunakan hasil Aktivitas 1.1.

n. Peserta didik mengerjakan soal yang terdapat pada fitur "Ayo, Kita Selesaikan" secara berkelompok.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

1. Sebuah mobil yang mula-mula diam bergerak dipercepat hingga kecepatannya menjadi 72 km/jam setelah bergerak selama 30 sekon. Percepatan yang dialami mobil tersebut adalah ....
   Jawaban:
   Diketahui:
   v_o = 0 km/jam
   v_t = 72 km/jam = 20 m/s
   s = 30 s

   Jawab:
   $a = (v_t - v_o)/s$ = 20 m/s : 30 s = 0,67 m/s^2
   Jadi, percepatan yang dialami mobil sebesar 0,67 m/s^2.

2. Buah kelapa yang sudah tua dan matang jatuh dari pohonnya. Jika percepatan gravitasi 10 m/s^2, berapakah kecepatan buah kelapa setelah jatuh selama 3 detik?
   Jawaban:
   Diketahui:
   a = 10 m/s
   s = 3 s
   v_o = 0 m/s

   Jawab:
   $a = (v_t - v_o)/s$
   $v_t - v_o = a \times s$ = 10 m/s^2 × 3 s = 30 m/s
   $v_t - v_o$ = 30 m/s – 0 m/s = 30 m/s
   Jadi, kecepatan buah kelapa sebesar 30 m/s.

o. Guru bersama dengan peserta didik membahas jawaban fitur “Ayo, Kita Selesaikan”. Jika diperlukan guru dapat mengulang penjelasan bagaimana mengaplikasikan rumus percepatan pada soal yang terdapat pada fitur “Ayo, Kita Selesaikan” tentang percepatan dan kecepatan.

p. Selanjutnya, peserta didik mempelajari materi gaya. Pada awal mempelajari materi ini, peserta didik diminta untuk mendorong meja. Kemudian peserta didik menjelaskan apa yang terjadi pada meja saat didorong. Jawaban yang diharapkan adalah meja bergerak karena mendapatkan gaya berupa dorongan.

q. Selanjutnya guru dapat mencontohkan bermacam gaya yang ada di lingkungan seperti gaya gravitasi yang membuat penerjun payung bergerak menuju bumi, gaya gesekan meja dengan lantai, gaya dorong dari diri peserta didik kepada meja. Kemudian peserta didik dapat diajak untuk mengidentifikasi adanya gaya sentuh dan gaya tak sentuh.

r. Pada akhir kegiatan peserta didik dengan dibimbing guru menyusun kesimpulan dari materi yang telah dipelajari pada pertemuan ini.

Pertemuan 2, Materi : Konsep Gerak

a. Guru melakukan apersepsi dengan menceritakan kisah Newton saat menemukan hukum Newton.

   Sir Isaac Newton FRS (1642) adalah seorang ilmuwan fisika berkebangsaan Inggris yang mempelajari tentang gravitasi. Ide Newton tentang gravitasi bumi muncul saat ia sedang duduk di bawah pohon apel. Saat itu Newton tertimpa apel. Newton berpikir mengapa apel yang sudah masak selalu jatuh ke tanah dan tidak pernah sekalipun tiba-tiba melayang di udara. Menurut Newton, apel yang jatuh menuju pusat bumi disebabkan oleh adanya gaya tarik bumi yang nilainya jauh lebih besar daripada gaya tarik apel ke bumi. Gaya tarik bumi yang sangat besar mampu memengaruhi gerakan seluruh benda-benda yang ada di permukaan bumi.

b. Peserta didik secara berkelompok melakukan penyelidikan sifat kelembaman suatu benda yang terdapat pada Aktivitas 1.2 tentang sifat kelembaman suatu benda di Buku Siswa.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 1.2 Sifat Kelembaman Suatu Benda

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Gelas akan ikut bergerak mengikuti gerakan kertas.
2. Gelas tetap mempertahankan posisi diamnya.
3. Hasilnya tidak sama. Karena pada perlakuan nomor 3 gelas mengalami peristiwa kelembaman.
4. Resultan gaya pada benda diam adalah nol.

c. Peserta didik menyusun kesimpulan dari Aktivitas 1.2 tentang hukum I Newton yang membahas tentang kecenderungan benda untuk mempertahankan keadaan gerak atau diamnya.

d. Untuk mengawali mempelajari materi Hukum II Newton, peserta didik diminta untuk mendorong meja yang ada di depan peserta didik, kemudian mengidentifikasi gaya yang bekerja pada saat peserta didik mendorong meja. Saat peserta didik mendorong meja, akan terjadi gaya dorong, gaya gesek dari lantai, gaya berat dari meja itu sendiri, dan gaya normal. Untuk mempelajari lebih lanjut bagaimana gaya-gaya tersebut bekerja, peserta didik melakukan Aktivitas 1.3 yaitu percobaan hukum II Newton secara berkelompok.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 1.3 Percobaan Hukum II Newton

Data Hasil Percobaan

Tabel 1.2 Hasil Percobaan Hukum II Newton

No	*F* = Berat Bebat yang Digantung (N)	*m* = Massa Kereta + Massa Beban (kg)	Percepatan Kereta
1	1	Massa kereta + 0,1	Cepat
2	2	Massa kereta + 0,2	Tercepat
3	1	Massa kereta + 0,1	Kurang cepat

Keterangan: untuk menuliskan data percepatan 1) tercepat, 2) cepat, dan 3) kurang cepat.

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Besar gaya yang menarik kereta (beban yang digantung)
2. Gaya (berat beban yang digantung) berbanding lurus dengan percepatan kereta
3. Besar massa kereta yang ditarik beban (m)
4. Massa kereta berbanding terbalik dengan percepatan
5. Hubungan massa dan percepatan

Tabel 1.3 Hubungan Massa dan Percepatan

Gaya (N)	Massa (kg)	Percepatan (m/s^2)
200	50	4
100	50	2
100	25	4
50	25	2
200	40	5

6. Jawaban yang benar sebagai berikut.
   a. $2m$
   b. B
   c. mg
   d. kurang dari g

e. Peserta didik secara berkelompok mendiskusikan permasalahan-permasalahan pada poin “Apa yang perlu kamu diskusikan?”.

f. Peserta didik mendiskusikan penerapan hukum II Newton dalam kehidupan sehari-hari. Guru menyarankan kepada peserta didik untuk mempelajari hukum II Newton.

g. Peserta didik menyusun kesimpulan bahwa: “Hukum II Newton menjelaskan tentang percepatan gerak sebuah benda berbanding lurus dengan gaya yang diberikan, namun berbanding terbalik dengan massanya” atau dapat dirumuskan:

$$a \approx \frac{\sum F}{m}$$

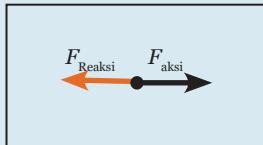
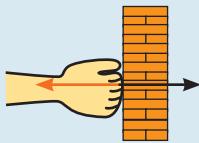
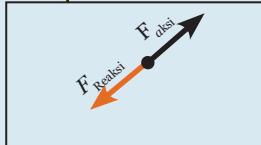
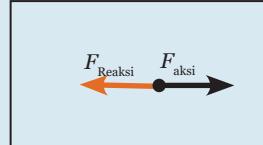
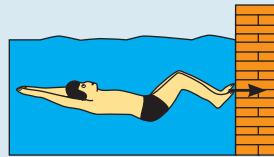
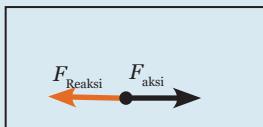
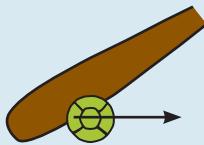
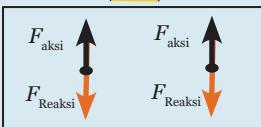
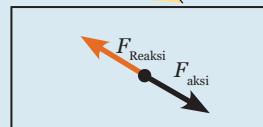
h. Pada akhir pembelajaran, peserta didik dengan dibantu guru menyusun kesimpulan tentang materi yang dipelajari hari ini.

3. Pertemuan 3, Materi: Konsep Gerak

a. Guru dapat mengawali pembelajaran dengan bertanya kepada peserta didik, "Bagaimana cara roket dapat meluncur jauh ke angkasa?". Peserta didik diberikan kesempatan untuk mengutarakan jawaban atas pertanyaan yang diberikan guru.

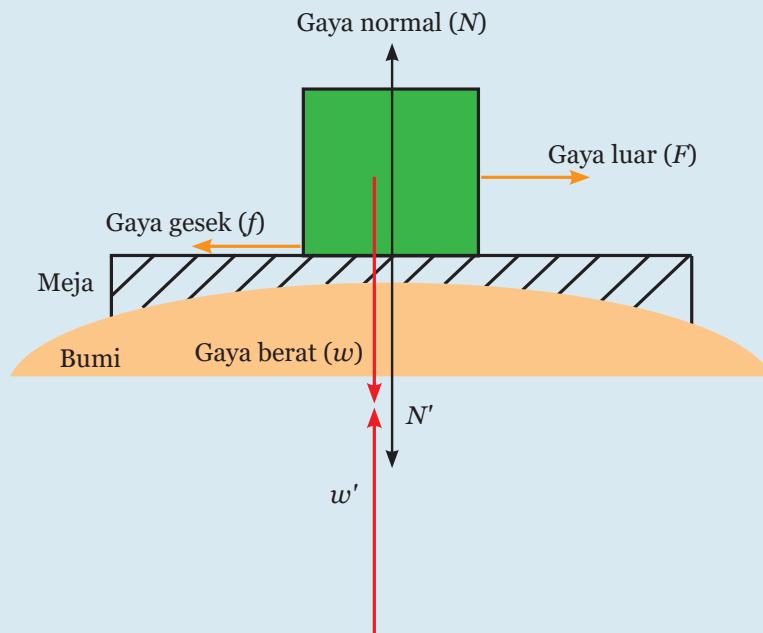
b. Peserta didik secara berkelompok melakukan kegiatan yang terdapat pada fitur "Ayo, Kita Diskusikan" mengenai gaya aksi reaksi.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

1. Pasangan gaya aksi–reaksi:

Contoh: tangan menghantam tembok, tembok menghantam tangan

a. Kepala menyundul bola, bola menghantam kepala

b. Kaki perenang mendorong dinding kolam, dinding kolam mendorong kaki perenang

c. Tongkat pemukul menghantam bola, bola menghantam tongkat pemukul

d. Atlet mengangkat barbel, barbel mendorong atlet

e. Jari memencet hidung, hidung memencet tangan

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.4 Pasangan Gaya Aksi dan Reaksi

2. Sebuah balok diletakkan di atas meja seperti pada Gambar 1.5. Balok diam dan memiliki berat sebesar 1 N.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.5 Gaya yang Bekerja pada Balok yang Terletak di Atas Meja

dengan:

w = gaya pada balok oleh bumi
w' = gaya pada bumi oleh balok
F = gaya luar pada balok berupa gaya tarik
f = gaya gesek pada balok oleh meja
N = gaya normal pada balok oleh meja
N' = gaya normal pada meja oleh balok

Berdasarkan Gambar 1.5 jawaban yang benar adalah:

a. Bumi
b. Sama dengan *W*
c. Nol
d. Bukan merupakan pasangan gaya aksi-reaksi, dua benda yang berbeda, keduanya bekerja pada benda yang sama

c. Guru bersama dengan peserta didik dapat membahas jawaban dari kegiatan diskusi yang dilakukan peserta didik.

d. Selanjutnya, peserta didik menyelesaikan soal yang terdapat pada fitur "Ayo, Kita Diskusikan" mengenai penerapan hukum Newton.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

1. Lengkapi Tabel Berikut dengan analisis peristiwa-peristiwa yang tertera pada tabel. Beri tanda centang (✓) apakah peristiwa tersebut merupakan penerapan dari Hukum I, II, atau III Newton, kemudian tuliskan alasanmu pada kolom alasan dengan baik dan benar!

Tabel 1.4 Hubungan Hukum Newton dengan Peristiwa Sehari-hari

No	Peristiwa	Hukum Newton			Alasan
		I	II	III	
1	Dua ekor kijang yang saling beradu kekuatan terpental akibat saling mendorong satu sama lain			✓	Terpentalnya kedua ekor kijang dikarenakan gaya aksi reaksi dari masing-masing kijang yang saling beradu
2	Dua ekor badak jantan yang bermassa sama melakukan adu kekuatan untuk memperebutkan daerah kekuasaan. Keduanya saling mendorong dengan gaya yang sama, sehingga tidak ada satu pun badak yang bergeser dari posisinya	✓			Kedua gaya yang sama dan berlawanan arah mengakibatkan resultan gaya bernilai nol
3	Seekor anak badak bermain-main dengan induknya. Anak badak tersebut terpental ke belakang karena mencoba mendorong induknya dengan kuat			✓	Anak badak terlempar ke belakang akibat gaya reaksi dari gaya aksi saat mendorong induknya
4	Seekor banteng jantan mendorong anak kijang dengan kekuatan penuh hingga terpental jauh		✓		Dengan gaya yang kuat banteng jantan mampu menggerakkan anak kijang dengan percepatan tertentu

No	Peristiwa	Hukum Newton			Alasan
		I	II	III	
5	Seekor elang terbang bebas di udara dengan cara mengepakkan sayapnya ke bawah. Kecepatan udara yang lebih cepat di bagian atas sayap mengakibatkan elang tersebut terangkat ke atas			✓	Kepakan sayap burung ke bawah (gaya aksi) mengakibatkan burung terangkat ke atas (gaya reaksi)
6	Seekor gajah betina mendorong anaknya ke sungai untuk minum. Gajah betina tersebut mendorong anaknya dengan hati-hati karena massa tubuhnya yang jauh lebih besar daripada massa tubuh anaknya		✓		Dengan gaya yang diberikan gajah betina mampu menggerakkan anak gajah dengan percepatan tertentu
7	Seekor ikan berenang di dalam air dengan cara menggerakkan siripnya ke belakang			✓	Gerakan sirip ikan ke belakang (gaya aksi) mengakibatkan ikan terdorong ke depan (gaya reaksi)
8	Seekor jerapah jantan memiliki kepala yang besar untuk menyerang jerapah jantan lainnya saat dewasa		✓		Kepala yang besar berarti massanya juga besar, sehingga dengan massa yang besar gaya yang akan dikeluarkan saat menyerang jerapah lainnya juga akan bernilai besar
9	Seekor kuda berlari dengan kecepatan konstan sambil membawa sebuah paket di punggungnya. Secara tiba-tiba kambing tersebut berhenti sehingga paket tersebut terlempar ke depan	✓			Paket terlempar ke depan karena ingin mempertahankan keadaannya
10	Seorang joki kuda mengikuti kompetisi final berkuda. Di menit terakhir kuda yang ditungganginya berhenti secara tiba-tiba, sehingga joki tersebut terpental ke depan	✓			Joki terlempar ke depan karena ingin mempertahankan keadaannya

*Jawaban dapat bervariasi tergantung sudut pandang guru saat memahami pernyataan

2. Berikut adalah alternatif jawaban yang dapat digunakan.

Hukum I Newton	:	Posisi pesenam lantai dapat seimbang.
Hukum II Newton	:	Pemain golf memukul bola sekuat tenaga agar bola golf dapat terlempar dengan sempurna (*hole*)
Hukum III Newton	:	Tangan pesenam menekan besi penyangga senam, besi penyangga memberikan gaya yang sama besar ke atas pesenam namun berlawanan arah

e. Pada akhir kegiatan pembelajaran, guru hendaknya memberikan penjelasan terkait proyek yang harus diselesaikan oleh peserta didik. Pada bab ini terdapat dua proyek, tetapi setelah mempelajari konsep gerak benda proyek yang terlebih dahulu dikerjakan peserta didik adalah mengidentifikasi jenis gaya yang bekerja pada benda yang bergerak dalam kehidupan sehari-hari. Guru dapat menjelaskan bagaimana langkah menyelesaikan tugas proyek sebagaimana terdapat pada Buku Siswa dan petunjuk pada Buku Guru.

Pertemuan 4, Materi: Sistem Gerak Manusia

a. Guru dapat mengawali kegiatan pembelajaran dengan memberikan apersepsi. Guru meminta salah satu peserta didik maju ke depan kelas. Guru bertanya kepada pada peserta didik:
   - Bagaimana cara temanmu sampai ke depan kelas?
   - Anggota tubuh apakah yang digunakan untuk bergerak?

b. Peserta didik dapat diarahkan untuk mengenali bahwa alat gerak pada manusia adalah otot, sendi, dan rangka.

c. Peserta didik menyelesaikan soal yang terdapat pada fitur "Ayo, Kita Selesaikan" tentang tulang sebagai materi hidup.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

Bukti tulang adalah materi hidup yaitu tulang mengalami pertumbuhan dan perkembangan. Saat kita masih bayi, ukuran tulang kita masih pendek. Sejalan dengan bertambahnya umur, tulang terus mengalami mengalami pemanjangan (bertambah panjang) hingga batas

tertentu. Saat kita masih bayi, tulang kita banyak tersusun atas tulang rawan. Sejalan dengan bertambahnya umur, beberapa tulang rawan berkembang menjadi tulang keras (tulang sejati).

d. Selanjutnya, peserta didik menyelesaikan soal yang terdapat pada fitur " Ayo, Kita Diskusikan" tentang klasifikasi tulang berdasarkan bentuk dan ukuran.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

Tabel 1.5 Klasifikasi Tulang Berdasarkan Bentuk dan Ukuran

No	Nama Tulang	Jenis Tulang			
		Tulang Panjang	Tulang Pendek	Tulang Pipih	Tulang Tak beraturan
1	Tulang lengan atas	✓			
2	Tulang pengumpil	✓			
3	Tulang hasta	✓			
4	Tulang betis	✓			
5	Tulang kering	✓			
6	Tulang ruas jari		✓		
7	Tulang tengkorak			✓	
8	Tulang rusuk			✓	
9	Tulang belikat			✓	
10	Tulang punggung				✓

e. Peserta didik diminta untuk membaca materi tentang perkembangan tulang. Setelah peserta didik membaca materi,guru memotivasi peserta didik untuk mengajukan pertanyaan tentang perkembangan tulang.

f. Selanjutnya guru mengajukan pertanyaan kepada peserta didik, "Tulang memiliki struktur yang kaku, bagaimana tulang dapat bergerak?" "Tangan kita terdiri atas tulang panjang dan tulang pendek. Bagaimana tulang-tulang tersebut dapat membantu kita dalam mengambil makanan, mencuci, dan aktivitas lainnya?"

g. Selanjutnya, peserta didik menyelesaikan Aktivitas 1.4, yaitu mengidentifikasi sendi-sendi yang bekerja pada aktivitas sehari-hari. Peserta didik menyelesaikan tugas ini secara berkelompok. Hendaknya guru mengingatkan peserta didik agar menyelesaikan tugas ini dengan cermat dan teliti, serta bekerja sama dengan teman satu kelompok.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 1.4 **Mengidentifikasi Sendi-sendi yang Bekerja pada Aktivitas Sehari-hari**

Tabel 1.6 Sendi yang Bekerja pada Aktivitas Sehari-hari

No	Nama Aktivitas	Sendi yang Berperan
1	Menggelengkan serta menganggukkan kepala	Sendi putar
2	Memutar pergelangan tangan	Sendi geser
3	Memegang pensil dan menulis	Sendi geser, sendi pelana
4	Berlari	Sendi peluru, sendi geser, sendi engsel
5	Meluruskan tangan dan kemudian membengkokkan tangan ke atas	Sendi engsel

h. Peserta didik mempresentasikan hasil diskusinya di depan kelas dan bertanya apabila ada yang belum dipahami.

i. Pada akhir kegiatan pembelajaran, peserta didik dengan dibimbing oleh guru menyusun kesimpulan dari kegiatan pembelajaran. Guru memberikan tugas ke peserta didik untuk membawa alat dan bahan yang akan digunakan untuk melakukan Aktivitas 1.5 yaitu mengamati diameter otot pada pertemuan selanjutnya.

Pertemuan 5, Materi: Otot

a. Guru memberikan apersepsi untuk memotivasi peserta didik agar tertarik dengan pembelajaran yang akan dilakukan hari ini dengan mengaitkan materi pertemuan sebelumnya dengan materi yang akan dipelajari.

b. Guru memberikan beberapa pertanyaan:
   - Pertemuan sebelumnya kita sudah belajar tentang rangka dan sendi. Apakah hanya sendi yang membantu pergerakan tubuh?
   - Selain sendi, apa nama organ tubuh kita yang membantu bergerak?

c. Peserta didik berkumpul bersama teman satu kelompok, kemudian mengerjakan Aktivitas 1.5, yaitu mengamati diameter otot saat berkontraksi dan berelaksasi.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 1.5 Mengamati Diameter Otot

Tabel 1.7 Diameter Otot Saat Berkontraksi dan Berelaksasi

No	Nama Peserta Didik	Ukuran Lengan Atas	
		Keadaan tangan lurus dan santai	Tangan membengkok ke atas
1	Edo	15 cm	20 cm
2	Lani	11 cm	16 cm

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Ada perubahan diameter otot. Ketika keadaan tangan membengkok diameter otot lengan tangan menjadi lebih besar dibandingkan diameter otot lengan tangan ketika diluruskan.
2. Perubahannya otot lengan tangan saat dibengkokkan ke atas memiliki diameter yang lebih besar, hal ini karena otot melakukan kontraksi. Pada saat otot berkontraksi otot akan memadat dan memendek, sehingga ukuran diameternya akan membesar. Saat lengan tangan diluruskan otot mengalami relaksasi otot lengan tangan mengalami pemanjangan, sehingga ukuran diameter otot mengecil.

d. Peserta didik menyimpulkan hasil pengamatan diameter otot.

Alternatif Kesimpulan:
Otot ketika melakukan kontraksi akan mengalami pemadatan dan pemendekan, sehingga menjadikan diameter otot membesar. Otot saat relaksasi akan mengalami pemanjangan, sehingga diameter otot mengecil.

e. Peserta didik menjawab pertanyaan yang terdapat pada fitur “Ayo, Kita Pikirkan” tentang kegiatan sehari-hari yang melibatkan otot.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Pikirkan!

Kegiatan yang dilakukan oleh tubuh yang melibatkan otot yang bekerja di bawah kesadaran adalah menulis, makan, berlari, serta aktivitas-aktivitas lainnya yang dilakukan secara sadar. Hal ini karena otot yang digunakan pada aktivitas tersebut adalah otot lurik yang bekerja di bawah kesadaran.

f. Peserta didik melakukan Aktivitas 1.6, yaitu mengamati jaringan otot. Sebelum menyelesaikan aktivitas ini, guru sebaiknya mengingatkan peserta didik agar melakukan pengamatan dengan cermat dan teliti agar dapat mengidentifikasi perbedaan antara otot polos, otot rangka, dan otot jantung dengan baik.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 1.6 Mengamati Jaringan Otot

Tabel 1.8 Perbedaan Otot Rangka, Otot Polos, dan Otot Jantung

No	Pembeda	Otot Rangka	Otot Polos	Otot Jantung
1	Bentuk	Silindris memanjang	Gelendong	Silindris memanjang dan bercabang
2	Jumlah inti	Banyak	1	Lebih dari satu
3	Letak inti sel	Di tepi sel	Di tengah sel	Di tengah sel
4	Letak	Melekat pada tulang dengan perantara tendon	Dinding lambung, usus halus, rahim, kantung empedu, dan pembuluh darah	Jantung
5	Reaksi	Cepat	Lambat	Lambat
6	Sistem kerja	Bekerja di bawah kesadaran	Bekerja tidak di bawah kesadaran	Bekerja tidak di bawah kesadaran

Alternatif Kesimpulan:
Terdapat 3 jenis otot yakni otot rangka, polos, dan jantung. Ketiganya memiliki ciri-ciri yang berbeda.

g. Peserta didik diminta menyampaikan hasil dari Aktivitas 1.6 di depan kelas dengan penuh tanggung jawab dan percaya diri.

h. Peserta didik diminta menjawab pertanyaan yang terdapat dalam fitur "Ayo, Kita Selesaikan" tentang kekuatan otot tangan secara berkelompok.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

Karena tangan kanan lebih sering digunakan untuk beraktivitas sehari-hari, sehingga membuat otot semakin kuat. Tangan kiri lebih jarang digunakan untuk beraktivitas, sehingga ototnya tidak sekuat tangan kanan. Oleh karena itu membawa barang dengan tangan kiri terasa lebih berat dibandingkan menggunakan barang dengan tangan kanan.

i. Pada akhir kegiatan pembelajaran, peserta didik dengan dibantu oleh guru menyimpulkan materi yang telah dipelajari pada hari ini. Peserta didik mendapatkan tugas untuk membaca materi gangguan pada sistem gerak, upaya dalam mencegah, dan menjaga kesehatan sistem gerak.

Pertemuan 6, Materi: Gangguan pada Sistem Gerak , Upaya Pencegahan, dan Upaya Menjaga Kesehatan Sistem Gerak

a. Guru memberikan apersepsi kepada peserta didik untuk mengawali pembelajaran tentang materi gangguan pada sistem gerak dan upaya mencegah, serta mengatasinya dengan menampilkan gambar-gambar tentang penderita kelainan gerak.

b. Guru menunjuk gambar penderita kifosis dan bertanya, "Apa yang menyebabkan orang ini memiliki tubuh bengkok?". Guru dapat memberikan pengertian kepada peserta didik bahwa kebiasaan duduk yang keliru dapat menyebabkan kelainan pada tulang belakang. Guru menunjuk gambar anak yang kakinya berbentuk O dan mengajukan pertanyaan untuk memotivasi peserta didik belajar lebih banyak mengenai materi gangguan pada sistem gerak manusia, "Penyakit apa yang dapat menyebabkan tulang anak itu berbentuk O?"

c. Peserta didik dapat diminta untuk menyusun peta konsep atau peta pikiran (*mind map*) atau tayangan *power point* tentang materi gangguan pada sistem gerak dan upaya mencegah serta mengatasinya dan materi tentang upaya menjaga kesehatan sistem gerak.
d. Peserta didik dari masing-masing kelompok mempersentasikan peta konsep atau peta pikiran (*mind map*) atau tayangan *power point* di depan kelas. Pada saat dilakukan presentasi, peserta didik dari kelompok lain dapat mengajukan pertanyaan kepada kelompok yang bertugas melakukan presentasi.
e. Pada akhir kegiatan pembelajaran guru dapat mengajak peserta didik untuk membiasakan hidup sehat dengan mengatur cara beraktivitas, terutama saat duduk, mengatur pola makan dengan memakan makanan yang bergizi, dan berolahraga secara teratur untuk menjaga kesehatan otot, sendi, dan tulang.

Pertemuan 7, Materi: Sistem Gerak pada Hewan dan Tumbuhan

a. Guru melakukan apersepsi dan motivasi dengan menunjukkan fenomena atau mengajukan pertanyaan yang relevan dengan materi yang akan dipelajari, “Manusia dan hewan memiliki perilaku gerak yang tidak jauh berbeda. Manusia dan hewan sama-sama dapat berjalan dan menunjukkan gerakan-gerakan yang mudah diamati. Bagaimana dengan tumbuhan? Apakah tumbuhan juga dapat bergerak?
b. Guru menunjukkan gambar burung terbang, ikan berenang, dan kambing berjalan. Guru bertanya kepada peserta didik, “Apakah cara bergerak dan alat gerak dari ketiga hewan tersebut sama?”.
c. Guru menunjukkan video gerakan daun putri malu dan bertanya, “Menurut kamu apakah daun putri malu ini bergerak? Jika iya, apa yang menyebabkan daun putri malu dapat bergerak menguncupkan daunnya?”.
d. Peserta didik bersama teman satu kelompok melakukan diskusi pada permasalahan pada fitur “Ayo, Kita Diskusikan” tentang kecepatan gerak hewan. Guru dapat meminta peserta didik untuk berpikir dengan kritis dalam menjawab pertanyaan fitur ini.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

1. Macan/ cheetah
2. Gajah dan kerbau memiliki massa tubuh yang sangat besar, akibatnya untuk bergerak gajah dan kerbau harus melawan inersia yang nilainya juga sangat besar. Lain halnya dengan kuda, cheetah, dan kijang, ketiga hewan tersebut memiliki struktur rangka dan otot yang sangat kuat, namun kijang dan cheetah yang memiliki bentuk kaki yang lebih ramping sehingga kijang dan Cheetah mampu menyimpan elastisitas yang tinggi. Hal tersebut mengakibatkan pada saat berlari kijang dan Cheetah lebih banyak melompat ke udara dan meluncur di udara. Gaya gesek udara yang jauh lebih kecil daripada gaya gesek permukaan tanah membuat kijang dapat berlari dengan kecepatan yang lebih tinggi daripada kuda.
3. Setiap hewan melakukan jenis gerak yang berbeda-beda tergantung bentuk tubuh dan habitatnya.

e. Peserta didik dibimbing untuk melakukan Aktivitas 1.7, yaitu pengaruh rangsang terhadap gerak menutup dan membukanya daun putri malu.

f. Setelah selesai melakukan Aktivitas 1.7, peserta didik mempresentasikan hasil kegiatan Aktivitas 1.7 di depan kelas.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 1.7 Pengaruh Rangsang terhadap Gerak Menutup dan Membukanya Daun Putri Malu

- Jawaban pada aktivitas ini bervariasi, tergantung pada cara peserta didik dalam memberikan perlakuan pada putri malu.

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Menutup
2. Menutup
3. Menutup
4. Menutup
5. Jawaban pada nomor ini disesuaikan dengan hasil percobaan peserta didik.

g. Peserta didik diminta mempresentasikan hasil kegiatan Aktivitas 1.7. Peserta didik dapat dibimbing untuk berdiskusi membahas hasil percobaan dan mendiskusikan macam-macam gerak pada tumbuhan.

h. Peserta didik dimotivasi agar memiliki rasa ingin tahu dengan cara dibimbing untuk mencari jawaban pada fitur "Ayo, Kita Cari Tahu" tentang contoh gerak endonom.

i. Materi gerak higroskopis dapat dibelajarkan dengan menyampaikan fenomena membukanya buah pada tanaman polong, misalnya pada tanaman lamtoro. Peserta didik dapat diajak menganalisis faktor apa yang berpengaruh dalam proses tersebut. Guru dapat mengarahkan peserta didik untuk mengetahui bahwa gerak pada pecahnya buah polong merupakan gerak higroskopis.

j. Peserta didik dengan dibimbing oleh guru menyimpulkan materi pembelajaran yang dipelajari pada pertemuan ini. Guru dapat meminta peserta didik menyampaikan refleksi diri terkait dengan proses pembelajaran dan materi pembelajaran yang telah dipelajari.

k. Peserta didik mendapatkan tugas rumah untuk mencari tahu informasi tentang gerak esionom secara berkelompok. Hasil pencarian dapat disusun dalam bentuk peta konsep, poster, atau tayangan *power point*.

Pertemuan 8, Materi: Gerak pada Tumbuhan

a. Guru mengingatkan peserta didik tentang macam gerak tumbuhan yang telah dipelajari pada pertemuan sebelumnya. Guru dapat menunjuk salah satu peserta didik untuk menceritakan gerak esionom apa saja yang diketahui berdasarkan hasil pencarian sebagai upaya menggali informasi awal bagaimana tanggung jawab tiap individu peserta didik dalam menyelesaikan tugas kelompok.

b. Kelompok peserta didik bergantian mempresentasikan hasil pencarian tentang gerak esionom.

c. Selanjutnya, peserta didik dibimbing untuk melakukan Aktivitas 1.8, yaitu mengidentifikasi jenis gerak tumbuhan sekitar.

d. Setelah menyelesaikan Aktivitas 1.8, peserta didik mempresentasikan hasil kegiatan Aktivitas 1.8 di depan kelas.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 1.8 Mengidentifikasi Jenis Gerak Tumbuhan di Lingkungan Sekitar

Tabel 1.9 Data Hasil Identifikasi Jenis Gerak Tumbuhan

No	Nama Tumbuhan	Nama Gerak
1	Putri malu disentuh tangan	Gerak seimonasti
2	Bunga pukul empat	Gerak fotonasti
3	Dst.	Dst.

e. Peserta didik menyimpulkan hasil identifikasi pada Aktivitas 1.8.

   Alternatif Kesimpulan
   Tumbuhan terdiri atas bermacam-macam jenis, dan setiap tumbuhan memiliki gerak yang berbeda-beda sesuai dengan karakteristik masing-masing.

f. Peserta didik dengan dibimbing oleh guru menyimpulkan materi yang telah dipelajari pada pertemuan ini. Peserta didik dapat dibimbing untuk mengerjakan fitur "Ayo, Kita Renungkan" agar peserta didik belajar untuk memiliki sikap yang baik dan peduli terhadap kesehatan tubuh.

g. Sebelum mengakhiri pembelajaran, guru hendaknya memberikan penjelasan terkait proyek yang harus diselesaikan oleh peserta didik, yaitu mengidentifikasi jenis gaya yang bekerja pada benda yang bergerak dalam kehidupan sehari-hari. Guru dapat menjelaskan kepada peserta didik apa saja yang harus dilakukan oleh peserta didik, kapan waktu pengumpulan tugas proyek, serta bagaimana sistem penilaian proses dan produk kerja proyek.

C. Penilaian dan Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi

1. Penilaian

Penilaian sikap untuk mengembangkan karakter peserta didik dan keterampilan dapat dilakukan selama pembelajaran berlangsung melalui berbagai aktivitas. Berkaitan dengan instrumen penilaian guru dapat merujuk pada Bagian Umum Bab 3 Penilaian Pembelajaran IPA. Penilaian pengetahuan dapat dilihat pada kisi-kisi Pencapaian Kompetensi.

2. Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi

a. Kegiatan Peserta Didik

Kisi-kisi pencapaian kompetensi peserta didik melalui berbagai kegiatan yang telah dilakukan selama pembelajaran bab gerak benda dan makhluk hidup di lingkungan sekitar dapat dilihat pada Tabel 1.11.

Tabel 1.10 Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi Melalui Kegiatan Peserta Didik pada Bab 1 Gerak Benda dan Makhluk Hidup di Lingkungan Sekitar

Fitur	Materi	Ranah Kognitif					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ayo, Kita Lakukan	Percobaan gerak lurus (GLB)		✓		✓		✓
	Sifat kelembaman suatu benda		✓		✓		
	Percobaan hukum II Newton		✓	✓	✓		
	Persendian		✓				
	Diameter otot		✓		✓		
	Jaringan otot			✓	✓		
Ayo, Kita Lakukan	Pengaruh rangsang terhadap gerak menutup dan membukanya daun putri malu		✓		✓		
	Jenis gerak tumbuhan sekitar			✓			
Ayo, Kita Selesaikan	Perbedaan antara kelajuan dan kecepatan			✓	✓		
	Percepatan mobil dan kecepatan jatuhnya buah kelapa dengan menggunakan rumus gerak lurus berubah beraturan			✓			
	Komponen tulang				✓		
	Perbedaan otot rangka yang terlatih dan tidak terlatih				✓		

Fitur	Materi	Ranah Kognitif					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ayo, Kita Diskusikan	Perubahan kecepatan mobil dengan rumus gerak lurus berubah beraturan (GLBB)		✓				
	Pasangan gaya aksi dan reaksi			✓			
	Penerapan hukum Newton dalam aktivitas sehari-hari				✓		
	Jenis-jenis tulang		✓				
Ayo, Kita Diskusikan	Keterkaitan antara bentuk tubuh dan kecepatan gerak hewan	✓			✓		
Ayo, Kita Cari Tahu	Contoh gerak endonom	✓					
Ayo, Kita Pikirkan	Jenis-jenis gerak yang melibatkan otot rangka			✓			
Ayo, Kita Kerjakan Proyek	Kelainan atau penyakit pada sistem gerak			✓			✓
	Jenis gaya yang bekerja pada benda yang bergerak dalam kehidupan sehari-hari			✓			✓

b. Uji Kompetensi

Kisi-kisi pencapaian kompetensi peserta didik melalui pengerjaan soal-soal pada uji kompetensi bab gerak benda dan makhluk hidup di lingkungan sekitar dapat dilihat pada Tabel 1.12.

Tabel 1.11 Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi Melalui Pengerjaan Soal-soal pada Uji Kompetensi Bab 1 Gerak Benda dan Makhluk Hidup di Lingkungan Sekitar

Indikator Butir Soal	Ranah Kognitif & No Soal					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Mendeskripsikan fungsi sistem rangka bagi manusia	A1					
Mendeskripsikan karakteristik otot polos, otot rangka, dan otot jantung	A2	B1				
Mendeskripsikan jenis-jenis persendian	A3					

Indikator Butir Soal	Ranah Kognitif & No Soal					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Mengidentifikasi jenis-jenis gerak pada tumbuhan	A4 A5 B2					
Mendeskripsikan cara gerak hewan pada masing-masing habitat		A6				
Menerapkan konsep hubungan jarak, kecepatan, dan waktu			A7			
Menyelidiki sifat kelembaman suatu benda			A8 B4			
Mengidentifikasi pasangan gaya aksi dan reaksi			B3			
Mendeskripsikan cara gerak hewan pada masing-masing habitat			B3			
Mendeskripsikan besar gaya aksi reaksi				B5		

D. Materi Pengayaan

1.Osteoporosis

Osteoporosis berasal dari bahasa Yunani, osteon=tulang dan porosis= penuh dengan lubang. Osteoporosis adalah penyakit tulang keropos yang meningkatkan risiko patah tulang di usia tua. Osteoporosis adalah kelainan rangka, ditandai dengan kekuatan tulang yang mengkhawatirkan dan dipengaruhi oleh meningkatnya risiko patah tulang. Secara singkat mekanisme terjadinya osteoporosis yaitu jumlah kalsium yang sedikit dalam plasma akan memacu terjadinya absorpsi kalsium pada tulang yang akan mengakibatkan kerapuhan pada tulang.

Osteoporosis umumnya terjadi pada orang dewasa dan orang tua. Namun ada juga kasus osteoporosis yang ditemukan pada anak dan remaja. Osteoporosis pada orang tua biasanya disebabkan oleh terbentuknya hormon lebih sedikit, sehingga osteoblast sebagai pembentuk tulang kurang aktif, dan massa tulang pun jadi berkurang. Selain itu tingkat pembuatan sel tulang baru lebih rendah dari tingkat kehilangan/kerusakan sel tulang. Bila hal itu terjadi, tulang akan kehilangan mineral, massa, dan struktur sehingga membuatnya lemah dan mudah patah.

Jenis-Jenis dan Penyebab Osteoporosis

1. Osteoporosis postmenopausal, yaitu osteoporosis yang terjadi pasca wanita menopause, hal ini dikarenakan adanya kekurangan estrogen (hormon utama pada wanita), yang membantu mengatur pengangkutan

kalsium ke dalam tulang pada wanita. Biasanya gejala timbul pada wanita yang berusia di antara 51-75 tahun, tetapi dapat mulai muncul lebih cepat ataupun lebih lambat. Tidak semua wanita memiliki risiko yang sama untuk menderita osteoporosis postmenopausal. Wanita kulit putih dan daerah timur lebih mudah menderita penyakit ini daripada wanita kulit hitam.

2. Osteoporosis senilis, merupakan akibat dari kekurangan kalsium yang berhubungan dengan usia dan ketidakseimbangan diantara kecepatan hancurnya tulang dan pembentukan tulang yang baru. Senilis berarti bahwa keadaan ini hanya terjadi pada usia lanjut. Penyakit ini biasanya terjadi pada usia di atas 70 tahun dan 2 kali lebih sering menyerang wanita. Wanita seringkali menderita osteoporosis senilis dan postmenopausal.
3. Osteoporosis sekunder, dialami kurang dari 5% penderita osteoporosis, yang disebabkan oleh keadaan medis lainnya atau oleh obat-obatan. Penyakit osteoporosis dapat disebabkan oleh gagal ginjal kronis dan kelainan hormonal (terutama tiroid, paratiroid dan adrenal) dan obat-obatan (misalnya kortikosteroid, barbiturat, anti-kejang dan hormon tiroid yang berlebihan). Pemakaian alkohol yang berlebihan dan merokok dapat memperburuk keadaan osteoporosis.
4. Osteoporosis juvenil idiopatik, merupakan jenis osteoporosis yang penyebabnya belum diketahui. Hal ini terjadi pada anak-anak dan dewasa muda yang memiliki kadar dan fungsi hormon yang normal, kadar vitamin yang normal dan tidak memiliki penyebab yang jelas dari rapuhnya tulang.

Diagnosis

Osteoporosis didiagnosis melalui pengukuran kerapatan tulang (*Bone Mineral Density*). Hasil pengukuran dikenal dengan nama *T-score*, yaitu jumlah standar variasi di atas atau di bawah rata-rata BMD pria/wanita sehat usia 30 tahun. *World Health Organization* (WHO) memberikan klasifikasi BMD sebagai berikut.

Tabel 1.12 Klasifikasi *Bone Mineral Density*

Nilai	Contoh	Kategori BMD
-1 ke atas	1.0 0.5 0 -0.5 -1.0	Normal
-1 s.d. -2.5	-1.5 -2.0	Osteopenia

Nilai	Contoh	Kategori BMD
-2.5 ke bawah	-2.5 -3.0 -3.5 -4.0	Osteoporosis

T-score di atas -1 adalah normal. Bila seseorang memiliki *T-score* antara -1.0 dan -2.5, maka dapat dikatakan ia mengidap osteopenia (kerapatan tulang rendah, tetapi belum dianggap rawan). Seseorang disebut terkena Osteoporosis bila *T-score* nya -2.5 atau lebih rendah.

Siapa yang berisiko?

Baik perempuan maupun laki-laki sama-sama rentan terkena osteoporosis bila mereka gagal mendapatkan kerapatan tulang maksimal di usia 30 tahun. *Peak* BMD (BMD saat usia 30 tahun) diketahui memiliki pengaruh terbesar terhadap perkembangan osteoporosis. Kenaikan *peak* BMD sebesar 10%, misalnya, dapat menangguhkan osteoporosis hingga 13 tahun. Perempuan lebih berisiko terkena dibandingkan laki-laki. Hal ini disebabkan perempuan memiliki *peak* BMD lebih rendah dan karena kecepatan kehilangan massa tulang meningkat akibat perubahan hormonal pasca menopause. Namun mengingat bahwa anak-anak dapat juga terkena penyakit ini, maka dianjurkan untuk mendeteksi keadaan tulang sejak dini.

Pencegahan dan Perawatan

Osteoporosis dapat dicegah dan dihambat dengan konsumsi makanan yang berkadar kalsium dan vitamin D tinggi, olahraga yang menahan beban tubuh (berjalan, berlari, *push-up*) atau beban lain (angkat barbel, dan lain-lain) dan gaya hidup sehat (menghentikan rokok, minuman beralkohol dan berkafein). Merokok dan meminum minuman yang mengandung kafein dapat meningkatkan sekresi kalsium di dalam urine sehingga mempercepat pengeroposan tulang. Alkohol dapat mengganggu fungsi hati/ginjal dalam proses metabolisme kalsium. Obat-obatan sejenis kalsitonin, alendronat dan risedronat dapat menghambat osteoporosis, tetapi harus dikonsumsi dengan resep dokter. Dokter akan memberikannya setelah mempertimbangkan tingkat kesehatan dan risiko seseorang terkena patah tulang di masa mendatang.

E. Interaksi dengan Orangtua

Sesuai dengan materi yang ada di Buku Siswa, beberapa hal yang perlu ada dalam interaksi dengan orang tua, yaitu membantu peserta didik untuk senantiasa menjaga kesehatan tulang dengan mengingatkan peserta didik di rumah agar duduk dengan posisi yang benar. Orang tua dapat membantu

peserta didik untuk mengidentifikasi gangguan dan kelainan pada sistem gerak dan mengidentifikasi macam-macam gerak benda dalam kehidupan sehari-hari.

F. Kunci Jawaban Uji Kompetensi

1. Pilihan Ganda

1. B
2. C
3. D
4. D
5. D
6. C
7. A
8. C
9. D
10. C

2. Uraian

1. a) Nama otot: otot rangka, lokasi otot: melekat pada tulang, sehingga tulang dapat bergerak, ciri-ciri: memiliki garis-garis melintang, sehingga otot ini disebut dengan otot lurik.

   b) Nama otot: otot jantung, lokasi otot: jantung, ciri-ciri: memiliki garis-garis seperti otot rangka.

   c) Nama otot: otot polos, lokasi otot: organ dalam manusia (dinding lambung, usus halus, rahim, dll.), ciri-ciri: tidak bergaris-garis, berbentuk gelendong.
2. Berjemur di bawah matahari pagi dapat membantu tubuh untuk mengubah provitamin D yang terdapat pada jaringan kulit menjadi vitamin D yang diperlukan tubuh dalam proses pengerasan tulang.
3. Burung memiliki otot sayap yang kuat dan rangka yang ringan untuk memudahkan saat terbang. Ikan memiliki bentuk *stream line* untuk mengurangi hambatan saat bergerak di dalam air. Ikan juga memiliki sirip yang memudahkan untuk melakukan manuver di dalam air. Kuda memiliki otot dan rangka yang kuat untuk berlari di darat.

4. a. Mobil pada posisi 2,6 km- 2,8 km mengalami pertambahan kecepatan atau mengalami percepatan.

   b. Jawaban A.
   Pada posisi nol km sampai 0,3 km mobil mengalami penurunan kecepatan, setelah itu mengalami pertambahan kecepatan. Dari 0,6-1,0 km mobil bergerak dengan kecepatan tetap. Selanjutnya mobil mengalami penurunan kecepatan sampai pada posisi 1,3 km. Kemudian naik lagi kecepatannya sampai pada posisi 1,7 km, dan selanjutnya bergerak dengan kecepatan tetap sampai pada posisi 2,3 km. Mobil mengalami penurunan kecepatan sampai pada posisi 2,6 km. Dari 2,6-2,8 mengalami peningkatan kecepatan setelah itu mobil bergerak dengan kecepatan tetap, dengan besar kecepatan sama dengan kecepatan awal.

5. Lebih besar dari w dan sama dengan F, karena peloncat harus mampu mengimbangi gaya beratnya namun gaya tekan pada tanah nilainya sama dengan gaya yang diberikan tanah kepada peloncat (gaya aksi-reaksi).

G. Tugas Proyek

Pada bab ini, terdapat dua macam kegiatan proyek. Kegiatan proyek pertama adalah mengidentifikasi jenis gaya yang bekerja pada benda yang bergerak dalam kehidupan sehari-hari. Tugas proyek ini dapat dilaksanakan oleh peserta didik selama ± satu minggu yang diberikan setelah materi tentang konsep gerak benda dibelajarkan. Proyek kedua adalah mengidentifikasi gangguan dan kelainan pada sistem gerak. Tugas proyek ini dikerjakan oleh peserta didik secara berkelompok dalam waktu ± satu minggu. Peserta didik dapat diarahkan untuk melakukan pencarian informasi dari berbagai sumber. Peserta didik dapat diminta untuk melakukan wawancara ke puskesmas, klinik, atau rumah sakit. Jika tidak memungkinkan peserta didik dapat diminta untuk melakukan pencarian dari berbagai media massa.

Selama mengerjakan proyek ini, peserta didik diharuskan untuk selalu berkonsultasi dengan guru serta meminta bimbingan guru bila mengalami kesulitan. Tugas proyek ini agar tidak terlalu memberatkan peserta didik, sebaiknya diselesaikan secara berkelompok dengan jumlah anggota setiap kelompok 3-4 anak. Berkaitan dengan cara penilaian proyek ini, guru dapat merujuk cara penilaian yang terdapat pada bagian umum dan disesuaikan dengan tugas peserta didik.

2 Petunjuk Pembelajaran: Usaha dan Pesawat Sederhana dalam Kehidupan Sehari-hari

Sumber: beritadaerah.co.id

A. Pengantar

Bab 2 pada buku ini memuat materi usaha dan pesawat sederhana dalam kehidupan sehari-hari. Pada bab ini terdiri atas 2 bagian, yaitu usaha dan pesawat sederhana. Pada bagian pertama peserta didik mempelajari konsep dan penerapan usaha dalam kehidupan sehari-hari, khususnya definisi usaha dalam IPA. Pada bagian kedua, peserta didik mempelajari jenis-jenis pesawat sederhana, penggunaan pesawat sederhana dalam kehidupan sehari-hari, serta prinsip kerja pesawat sederhana pada sistem gerak. Sama seperti pada bab lainnya, seluruh materi pada bab ini diajarkan melalui kegiatan diskusi, penyelidikan, menganalisis data, dan mencari informasi melalui lingkungan sekitar, media massa, ataupun media elektronik.

Peserta didik juga mendapatkan tugas untuk menyelesaikan proyek. Proyek yang akan dikerjakan oleh peserta didik adalah menyusun laporan tertulis hasil identifikasi permasalahan di lingkungan sekitar yang seharusnya dapat diatasi dengan menggunakan pesawat sederhana dan saran tentang penggunaan pesawat sederhana manakah yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan yang berhasil diidentifikasi oleh peserta didik.

1. Kompetensi Dasar

3.3 Menjelaskan konsep usaha, pesawat sederhana, dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari, termasuk kerja otot pada struktur rangka manusia

4.3 Menyajikan hasil penyelidikan atau pemecahan masalah tentang manfaat penggunaan pesawat sederhana dalam kehidupan sehari-hari

2. Indikator Pencapaian Kompetensi

Pada kegiatan pembelajaran di kelas, guru dapat mengembangkan sendiri indikator pencapaian kompetensi disesuaikan dengan kondisi peserta didik masing-masing. Berikut ini dipaparkan contoh indikator pencapaian kompetensi yang dapat dijabarkan dari KD 3.3 dan KD 4.3.

3.3.1 Menjelaskan konsep usaha
3.3.2 Memberi contoh usaha
3.3.3 Menghitung besar usaha
3.3.4 Menghitung besar jarak benda yang dikenai usaha
3.3.5 Menghitung besar daya
3.3.6 Mengidentifikasi jenis-jenis pesawat sederhana
3.3.7 Mengidentifikasi pesawat sederhana yang ada di rumah
3.3.8 Menjelaskan jenis-jenis katrol
3.3.9 Menjelaskan penggunaan katrol dalam kehidupan sehari-hari
3.3.10 Menghitung besar beban yang ditarik oleh katrol majemuk

3.3.11 Menjelaskan pengertian roda berporos
3.3.12 Menjelaskan penggunaan roda berporos dalam kehidupan sehari-hari
3.3. 13 Menganalisis prinsip kerja koper pada sistem gerak manusia
3.3.14 Menjelaskan pengertian bidang miring
3.3.15 Membuktikan bahwa sekrup adalah salah satu contoh bidang miring
3.3.16 Menghitung keuntungan mekanik pada bidang miring
3.3.17 Menjelaskan jenis-jenis pengungkit
3.3.18 Mengidentifikasi syarat keseimbangan pengungkit
3.3.19 Menjelaskan penggunaan pengungkit jenis pertama, kedua, dan ketiga dalam kehidupan sehari-hari
3.3.20 Menghitung keuntungan mekanik pada pengungkit
3.3.21 Menguraikan penerapan prinsip kerja pesawat sederhana pada sistem gerak
3.3.22 Menganalisis prinsip pesawat sederhana pada sistem gerak
4.3.1 Mengidentifikasi permasalahan di lingkungan sekitar yang dapat diatasi dengan menggunakan pesawat sederhana
4.3.2 Mengajukan suatu usulan penerapan pesawat sederhana untuk memecahkan permasalahan kehidupan sehari-hari yang belum diatasi dengan menggunakan pesawat sederhana

3. Alokasi Waktu

Pembelajaran dan penilaian Bab 2 tentang usaha dan pesawat sederhana dalam kehidupan sehari-hari memerlukan waktu 10 jam atau 4 kali tatap muka (TM) (dengan asumsi 5 JP/minggu diorganisasikan menjadi dua kali TM, yakni 3 JP dan 2 JP). Pengorganisasian 4 TM tersebut adalah sebagai berikut.

Tabel 2.1 Penjabaran Materi Pembelajaran Tiap Pertemuan pada Bab 2

Pertemuan Ke	Materi
1	Usaha ▪ Konsep usaha ▪ Contoh-contoh usaha dalam kehidupan sehari-hari ▪ Usaha dan daya
2	Pesawat sederhana ▪ Katrol ▪ Roda berporos

Pertemuan Ke	Materi
3	Pesawat sederhana ▪ Bidang miring ▪ Pengungkit
4	▪ Prinsip kerja pesawat sederhana pada sistem gerak manusia ▪ Ulangan harian

4. Materi Esensial

a. Usaha adalah perpindahan energi oleh gaya sehingga benda berpindah. Besarnya usaha dapat dihitung dengan menggunakan rumus $W = F \cdot \Delta s$. Satuan dari usaha adalah joule.

b. Daya adalah besar energi yang dipergunakan dalam setiap detik. Satuan dari daya adalah watt. Besarnya daya dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$P = \frac{W}{t}$$

c. Pesawat sederhana adalah alat yang digunakan untuk mempermudah usaha. Besar keuntungan mekanik pesawat sederhana dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{KM} = \frac{F_B}{F_K}$$

d. Jenis-jenis pesawat sederhana ada empat, yaitu katrol, roda berporos, bidang miring, dan pengungkit.

e. Katrol adalah pesawat sederhana berupa roda beralur yang terhubung dengan tali dan digunakan untuk memudahkan dalam melakukan kerja karena katrol dapat mengubah arah gaya ketika menarik atau mengangkat beban. Contoh penggunaan katrol ialah pada sumur.

f. Roda berporos adalah pesawat sederhana yang memakai roda dan mempunyai poros tempat berputarnya roda. Contoh penggunaan roda berporos adalah pada roda sepeda dan roda gerigi pada sepeda.

g. Bidang miring adalah bidang datar yang diletakkan miring atau membentuk sudut tertentu, sehingga dapat memperkecil gaya kuasa. Contoh penggunaan bidang miring adalah tangga, sekrup, dan pisau.

h. Pengungkit adalah pesawat sederhana yang dapat memudahkan usaha dengan cara mengandalkan gaya kuasa dan mengubah arah gaya. Pengungkit terdiri atas tiga jenis, yaitu jenis pertama yang titik tumpuannya terletak di antara beban dan kuasa, jenis kedua yang titik bebannya ada di antara kuasa dan tumpu, serta jenis ketiga yang titik kuasanya ada diantara beban dan tumpu.

i. Prinsip pesawat sederhana berlaku pada sistem gerak manusia, yaitu pada kerja otot dan tulang ketika mengangkat beban, menengadahkan

kepala, kaki jinjit, dan kegiatan lain. Prinsip yang berlaku pada berbagai gerak tersebut pada umumnya merupakan prinsip pengungkit.

B. Kegiatan Pembelajaran

Pada pembelajaran Bab 2 tentang usaha dan pesawat sederhana dalam kehidupan sehari-hari guru dapat menerapkan pembelajaran, *Group Investigation* (GI), *Discovery Learning*, ataupun *Creative Problem Solving* (CPS), atau model pembelajaran lain yang berbasis *scientific approach*.

1. Pertemuan 1, Materi : Usaha

a. Guru mengawali pembelajaran dengan meminta salah satu peserta didik untuk mendorong tembok, kemudian mendiskusikan secara klasikal apakah kegiatan yang dilakukan oleh peserta didik tersebut merupakan contoh dari penerapan konsep usaha menurut IPA.

b. Setelah memberikan apersepsi tersebut, guru menyampaikan tujuan pembelajaran, yaitu memahami konsep dan penerapan usaha dalam kehidupan sehari-hari seperti terdapat pada fitur "Ayo, Kita Pelajari".

c. Agar dapat memahami konsep dan penerapan usaha dalam kehidupan sehari-hari tersebut, peserta didik dibimbing oleh guru mengerjakan fitur "Ayo, Kita Pikirkan" tentang pernyataan yang tergolong usaha.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Pikirkan!

Tabel 2.2 Pernyataan dan Jawaban Terkait Usaha

No.	Pernyataan	Usaha	Bukan Usaha
1.	Beni mendorong meja dengan gaya 10 N, sehingga meja tersebut berpindah sejauh 20 cm	✓	
2.	Mangga bermassa 500 gram jatuh dari pohonnya yang memiliki ketinggian 2 meter di atas permukaan tanah	✓	
3.	Salma mendorong kereta belanjanya dengan gaya 50 N dari arah rak daging ke rak sayuran kemudian kembali lagi ke rak daging		✓
4.	Cici menginjak telur dengan gaya sebesar 5 N hingga telur tersebut pecah		✓
5.	Balok bermassa 2 kg dipindahkan dengan gaya sebesar 40 N sehingga berpindah sejauh 2 m	✓	

Penekanan pada materi ini adalah adanya perpindahan benda apabila diberi gaya. Gaya yang diberikan pada benda pun harus jelas apakah berasal dari gaya dorong (otot), gaya mesin, gaya pegas, atau gaya gravitasi. Buah yang jatuh dari pohonnya dapat dianggap melakukan usaha karena melakukan perpindahan kedudukan dari atas pohon ke permukaan tanah. Jika peserta didik ingat konsep tentang energi potensial, guru dapat menghubungkan usaha yang dilakukan oleh buah tersebut disebabkan oleh gaya gravitasi bumi yang mengakibatkan adanya perubahan energi potensial pada buah. Secara lebih mendalam, konsep usaha dan energi akan dipelajari di SMA.

d. Peserta didik diberikan kesempatan untuk mengajukan pertanyaan terkait dengan permasalahan yang terdapat pada fitur "Ayo, Kita Pikirkan" mengenai aplikasi dari usaha dalam kegiatan sehari-hari. Peserta didik juga dapat bertanya tentang alasan jawaban yang telah diajukan oleh peserta didik lain.

e. Peserta didik dan guru mendiskusikan bersama perhitungan usaha dan daya. Pada kegiatan ini, guru dapat memberikan contoh-contoh soal yang berkaitan dengan perhitungan besar usaha dan daya, seperti pada kotak dibawah ini.

1. Beni mendorong meja dengan gaya 10 N, sehingga meja tersebut berpindah sejauh 20 cm. Usaha yang dilakukan Beni, yaitu:
   $W = F \cdot \Delta s$
   $W = 10 \text{ N} \cdot 0{,}2 \text{ m} = 2$ joule.
2. Mangga dengan massa 500 gram jatuh dari pohonnya yang memiliki ketinggian 2 meter di atas permukaan tanah. Usaha yang dilakukan mangga, yaitu:
   $W = F \cdot \Delta s$
   $W = w \cdot \Delta s$
   $W = m \cdot g \cdot \Delta s$
   $W = 0{,}5 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 2 \text{ m} = 10$ joule.
3. Salma mendorong kereta belanjanya dengan gaya 50 N dari arah rak daging ke rak sayuran kemudian kembali lagi ke rak daging.
   Usaha yang dilakukan Salma, yaitu:
   $W = F \cdot \Delta s$
   $W = 50\text{N} \cdot 0 \text{ m} = 0$ joule. Dapat dikatakan bahwa Salma tidak melakukan usaha.
4. Cici menginjak telur dengan gaya sebesar 5 N hingga telur tersebut pecah. Karena tidak ada perpindahan pada aktivitas yang dilakukan Cici, maka Cici tidak dikatakan tidak melakukan usaha.

5. Balok bermassa 2 kg dipindahkan dengan gaya sebesar 40 N sehingga berpindah sejauh 2 m.
   Usaha yang dilakukan, yaitu:
   $W = F \cdot \Delta s$
   $W = 40 \text{ N} \cdot 2 \text{ m} = 80$ joule.

f. Setelah peserta didik mengetahui konsep usaha, peserta didik dapat diminta untuk mencermati permasalahan yang terdapat pada fitur "Ayo, Kita Pahami". Guru dapat mengajukan pertanyaan kepada peserta didik terkait dengan energi yang dikeluarkan untuk memindahkan rak.

g. Setelah itu, peserta didik diberi tugas secara mandiri untuk mengerjakan fitur "Ayo, Kita Selesaikan" tentang usaha dan daya.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

Diketahui:

$F_{Beny} = 250$ N
$\Delta s_{Beny} = 50$ m
$t_{Beny} = 50$ s

Ditanya:

a. Usaha yang dilakukan Beny (W_{Beny})
b. Daya yang dilakukan Beny (P_{Beny})

Jawab:

a. $W = F \cdot \Delta s = 250 \text{ N} \times 50 \text{ m} = 12.500 \text{ J}$

b. $P = \frac{W}{t} = \frac{12.500 \text{ J}}{50 \text{ s}} = 250 \text{ watt}$

h. Peserta didik dibimbing untuk dapat mengaitkan usaha yang dilakukan, waktu yang diperlukan untuk melakukan usaha, dan laju energi. Jika diperlukan guru dapat memberikan contoh soal terkait dengan usaha dan laju energi.

i. Pada akhir kegiatan pembelajaran peserta didik dibimbing untuk dapat menarik kesimpulan terkait dengan konsep usaha dalam IPA berdasarkan kegiatan yang telah dilakukan oleh peserta didik.

j. Peserta didik dapat ditugaskan untuk mempelajari materi selanjutnya, yaitu tentang pesawat sederhana.

Pertemuan 2, Materi : Pesawat Sederhana Jenis Katrol dan Roda Berporos

a. Guru mengawali pembelajaran pada pertemuan kedua ini dengan memberikan berbagai macam contoh penggunaan pesawat sederhana dalam kehidupan sehari-hari dengan menggunakan fitur "Ayo, Kita Diskusikan" tentang alat bantu yang memudahkan pekerjaan sehari-hari.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

Berikut ini merupakan beberapa aktivitas yang lebih mudah dilakukan dengan menggunakan alat bantu.

Tabel 2.3 Kegiatan Sehari-hari dan Pesawat Sederhana yang Digunakan sebagai Alat Bantu

No	Jenis Kegiatan	Alat Bantu yang Digunakan
1	Memotong kertas	Alat pemotong kertas
2	Menggunting rumput	Gunting
3	Memotong daging	Pisau
4	Mencabut paku	Catut
5	Mengerek bendera	Katrol
6	...	...

b. Peserta didik dapat dibimbing untuk mendiskusikan manfaat penggunaan pesawat sederhana dalam kehidupan sehari-hari secara umum, yaitu untuk memudahkan aktivitas manusia.

c. Memasuki materi katrol, guru dapat menyajikan berbagai gambar penggunaan katrol dalam kehidupan sehari-hari. Misalnya penggunaan katrol pada timba sumur, kerekan bendera, peti kemas, dan berbagai peralatan lainnya.

d. Setelah guru menyajikan gambar sebagai contoh penggunaan katrol dalam kehidupan sehari-hari, peserta didik dapat diminta untuk menyampaikan pertanyaan yang terkait dengan berbagai peralatan tersebut yang meliputi sistem kerja, keuntungan bagi manusia atau manfaatnya. Peserta didik dapat dibimbing untuk mendiskusikan jawaban dari pertanyaan teman sesama peserta didik.

e. Peserta didik ditugaskan untuk mengidentifikasi perbedaan jenis katrol yang terdapat pada Gambar 2.2 pada Buku Siswa. Kemudian peserta

didik dan guru mendiskusikan bersama jenis-jenis katrol. Katrol terbagi menjadi tiga jenis, yaitu katrol tetap, katrol bebas, dan katrol majemuk. Masing-masing jenis katrol tersebut ditentukan oleh pola rangkaiannya dan keperluan penggunaannya. Guru perlu menekankan pada perbedaan keuntungan mekanik masing-masing jenis katrol tersebut. Keuntungan mekanik katrol dapat dihitung dengan cara membagi besarnya gaya beban dengan gaya kuasa. Bila diperlukan, guru dapat membuatkan soal yang berhubungan dengan contoh perhitungan besar keuntungan mekanik pada berbagai jenis katrol.

f. Materi roda berporos dapat dibelajarkan dengan meminta peserta didik menyebutkan contoh dari roda berporos dalam kehidupan sehari-hari. Peserta didik dapat diajak berdiskusi tentang keuntungan dari roda berporos.

g. Peserta didik diajak untuk mendiskusikan keterkaitan antara *gear* atau roda gigi dengan roda kendaraan. Guru dapat menekankan bahwa *gear* sepeda bukan merupakan poros dari roda-roda sepeda. Gear sepeda merupakan pengatur gerak roda sepeda yang terhubung langsung dengan roda sepeda. Roda sepeda sendiri merupakan roda berporos yang mempercepat gerak sepeda. Hal ini disebabkan ukuran keliling ban sepeda yang lebih besar dari gear sepeda, sehingga jarak tempuhnya menjadi lebih panjang.

h. Pada akhir kegiatan pembelajaran, peserta didik dapat diminta untuk menyampaikan kesimpulan dari kegiatan pembelajaran yang telah dilakukan. Peserta didik dapat ditugaskan untuk membawa peralatan praktikum yang akan dilakukan pada pertemuan selanjutnya, yaitu paku besar, kertas berbentuk segitiga, dan gunting.

Pertemuan 3, Materi : Pesawat Sederhana Jenis Bidang Miring dan Pengungkit

a. Mengawali pembelajaran tentang bidang miring dan pengungkit, peserta didik diingatkan terhadap macam pesawat sederhana yang ada di lingkungan peserta didik serta manfaatnya untuk mempermudah pekerjaan dalam kehidupan sehari-hari melalui kegiatan diskusi.

b. Peserta didik diajak untuk mensyukuri anugerah Tuhan Yang Maha Esa berupa pesawat sederhana yang memiliki banyak manfaat bagi kehidupan manusia.

c. Selanjutnya guru menginformasikan bahwa pembelajaran yang akan dilakukan pada hari ini adalah tentang bidang miring dan pengungkit.

d. Peserta didik diminta untuk menyebutkan berbagai contoh di lingkungan yang menerapkan prinsip bidang miring dan pengungkit. Guru dapat membawa contoh sekrup, gunting, paku, dan benda yang

menerapkan prinsip bidang miring dan pengungkit yang lain untuk ditunjukkan kepada peserta didik agar peserta didik lebih termotivasi untuk mempelajari bagaimana sistem kerja berbagai alat tersebut untuk mempermudah kerja manusia.

e. Peserta didik diajak berdiskusi apakah benar bahwa sekrup merupakan salah satu contoh bidang miring, meskipun tidak seperti tangga dan tidak menunjukkan suatu bidang yang miring. Agar peserta didik dapat menjawabnya, guru dapat mengajak perserta didik untuk melakukan Aktivitas 2.1 yang terdapat pada fitur "Ayo, Kita Lakukan" tentang membuktikan bahwa sekrup adalah salah satu contoh bidang miring.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 2.1 Membuktikan Bahwa Sekrup adalah Salah Satu Contoh Bidang Miring

Alternatif Kesimpulan:
Bidang miring yang dililitkan pada sebuah paku akan membentuk pola ulir seperti pada sekrup.

f. Peserta didik diingatkan tentang pentingnya sekrup, mengingat manfaat sekrup yang besar dalam kehidupan sehari-hari karena ulir yang melingkar pada sekrup memudahkan untuk mengaitkan benda secara kuat. Ulir pada sekrup tersebut merupakan penggambaran dari bidang miring yang digulung mengelilingi besi.

g. Selain sekrup, guru dapat mencontohkan penggunaan anak tangga yang memudahkan seseorang untuk mencapai ke lantai atas. Guru dapat meminta peserta didik untuk menganalisis penggunaan tangga yang curam dengan yang landai, manakah yang paling ringan dan mudah digunakan. Semakin landai suatu bidang miring, maka akan semakin sedikit usaha yang dikeluarkan. Perhitungan besarnya keuntungan mekanik pada bidang miring dapat dilakukan dengan membandingkan besarnya panjang bidang miring dengan ketinggian bidang miring.

h. Memasuki materi pengungkit, peserta didik diminta untuk menggunting potongan kertas sisa yang tidak digunakan pada aktivitas sebelumnya.

i. Peserta didik diminta untuk mengidentifikasi manakah titik tumpu, lengan beban dan lengan kuasa yang terdapat pada gunting. Kemudian peserta didik diminta untuk mengidentifikasi titik tumpu, lengan beban, dan lengan kuasa pada berbagai peralatan yang ada lingkungan peserta

didik, misalnya pada sekop, penjepit atau pinset, jungkat-jungkit, pembuka botol, orang yang membawa koper, dan peralatan lainnya untuk memfasilitasi kemampuan bernalar peserta didik. Peserta didik dapat mencatat hasilnya pada papan tulis atau pada buku tulis masing-masing.

j. Berdasarkan data yang diperoleh, peserta didik diminta untuk mengelompokkan ke dalam jenis pengungkit yang manakah peralatan tersebut. Peserta didik dapat dibantu untuk mengelompokkan dengan melihat contoh yang terdapat pada Tabel 2.3 pada Buku Siswa.

k. Peserta didik dapat menyampaikan hasil pengelompokan yang telah dilakukan melalui presentasi di depan kelas.

l. Setelah peserta didik memahami tentang jenis pengungkit, peserta didik dapat diajak untuk mendiskusikan manfaat dari pengungkit dan keuntungan mekanik yang terdapat pada pengungkit.

m. Agar peserta didik lebih termotivasi untuk mempelajari materi tentang pengungkit, peserta didik dapat diminta untuk melakukan kegiatan yang terdapat pada fitur "Ayo, Kita Diskusikan" dan "Ayo, Kita Pikirkan".

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

Ya, dapat. Terutama jika gaya kuasa yang diberikan letaknya lebih dekat kepada beban daripada tumpuan.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Pikirkan!

Jika berat Beni lebih besar daripada ayahnya, maka Beni harus duduk lebih dekat ke titik tumpu daripada ayahnya ke titik tumpu. Sebaliknya, jika berat ayah Beni lebih besar daripada Beni, maka ayah Beni harus duduk lebih dekat ke titik tumpu daripada Beni ke titik tumpu

n. Peserta didik dapat diminta untuk melakukan Aktivitas 2.2 pada fitur "Ayo, Kita Lakukan" untuk membuktikan cara kerja pengungkit dan bagaimana melakukan pengaturan keseimbangannya. Peserta didik dapat melakukan aktivitas ini secara berkelompok. Guru dapat meminta peserta didik untuk melakukan percobaan dengan cermat dan teliti serta

selalu bekerja sama dengan teman sekelompok untuk menyelesaikan percobaan, menarik kesimpulan, dan menyusun laporan.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 2.2 Mengidentifikasi Syarat Keseimbangan Pengungkit

Alternatif Kesimpulan:
Keseimbangan pengungkit sangat dipengaruhi oleh besar gaya kuasa dan gaya beban, serta panjang lengan kuasa dan lengan beban.

o. Perwakilan kelompok peserta didik mengomunikasikan hasil percobaan dan menyampaikan kesimpulan yang telah disusun oleh peserta didik.

p. Sebagai tugas rumah setelah peserta didik mengetahui jenis pesawat sederhana, peserta didik diminta untuk mengerjakan Aktivitas 2.3 yaitu mengidentifikasi pesawat sederhana yang ada di rumah dan lingkungan sekitar rumah peserta didik.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 2.3 Mengidentifikasi Pesawat Sederhana yang Ada di Rumah

Alternatif Jawaban:
1. Gunting
2. Staples
3. Pembuka botol
4. Katrol di sumur
5. Sekop
6. Pinset
7. Penjepit untuk mengambil jajan
8. Roda sepeda
9. Sekrup
10. Tangga

q. Pada akhir kegiatan pembelajaran, peserta didik ditugaskan untuk mulai mengerjakan tugas proyek, sebagaimana terdapat pada bagian akhir Bab 2 pada Buku Siswa. Guru dapat menginformasikan kepada peserta didik tentang tema proyek, apa yang perlu dilakukan, tagihan terhadap tugas proyek, batas akhir pengumpulan tugas proyek, dan penilaian yang akan dilakukan terhadap tugas proyek.

Pertemuan 4, Materi : Prinsip Kerja Pesawat Sederhana pada Sistem Gerak

a. Sebelum memulai pembelajaran tentang prinsip kerja pesawat sederhana pada sistem gerak manusia, guru memastikan pemahaman peserta didik tentang masing-masing jenis dan penerapan pesawat sederhana dalam kehidupan sehari-hari, serta konsep tentang sistem gerak pada manusia. Kegiatan ini dapat dilakukan dengan cara tanya jawab secara klasikal.

b. Peserta didik dapat pula untuk menyampaikan tugas pada pertemuan sebelumnya, yaitu macam-macam peralatan di rumah yang menerapkan prinsip pesawat sederhana.

c. Selanjutnya, guru meminta peserta didik untuk mengamati gambar otot manusia saat mengangkat barbel, kemudian menghubungkannya dengan konsep pesawat sederhana. Jika peserta didik telah memahaminya, guru dapat meminta peserta didik untuk mendiskusikan fitur "Ayo, Kita Diskusikan".

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

Pada saat kepala mendongak ke atas, otot leher berperan sebagai kuasa, tulang leher berperan sebagai penumpu, dan tengkorak kepala bagian rahang berperan sebagai beban. Sedangkan pada saat kaki jinjit, otot betis berperan sebagai kuasa, betis berperan sebagai beban, dan telapak kaki yang menyentuh tanah berperan sebagai penumpu.

d. Pada akhir kegiatan pembelajaran peserta didik dapat dibimbing untuk menyusun kesimpulan tentang prinsip kerja pesawat sederhana pada sistem gerak.

C. Penilaian dan Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi

1. Penilaian

Penilaian sikap untuk mengembangkan karakter dan keterampilan peserta didik dapat dilakukan selama pembelajaran berlangsung melalui berbagai aktivitas. Berkaitan dengan instrumen penilaian, guru dapat merujuk pada Bagian Umum Bab 3 Penilaian Pembelajaran IPA. Penilaian aspek pengetahuan dapat dilihat pada Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi.

2. Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi

a. Kegiatan Peserta Didik

Kisi-kisi pencapaian kompetensi peserta didik melalui berbagai kegiatan yang telah dilakukan selama pembelajaran bab usaha dan pesawat sederhana dalam kehidupan sehari-hari dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi Melalui Kegiatan Peserta Didik pada Bab 2 Usaha dan Pesawat Sederhana dalam Kehidupan Sehari-hari

Fitur	Materi	Ranah Kognitif					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ayo, Kita Lakukan	Sekrup adalah salah satu contoh bidang miring				✓		
	Syarat keseimbangan pengungkit			✓	✓		
	Pesawat sederhana yang ada di rumah			✓	✓		
Ayo, Kita Diskusikan	Penerapan pesawat sederhana dalam kehidupan sehari-hari	✓					
	Kerja pengungkit jenis ketiga		✓				
	Prinsip pesawat sederhana pada sistem gerak				✓		
Ayo, Kita Pikirkan	Contoh-contoh usaha dalam kehidupan sehari-hari		✓				
	Ide untuk menyeimbangkan jungkat-jungkit jika diberi beban yang besarnya berbeda		✓				

b. Uji Kompetensi

Kisi-kisi pencapaian kompetensi peserta didik melalui pengerjaan soal-soal pada uji kompetensi bab usaha dan pesawat sederhana dalam kehidupan sehari-hari dapat dilihat pada Tabel 2.5.

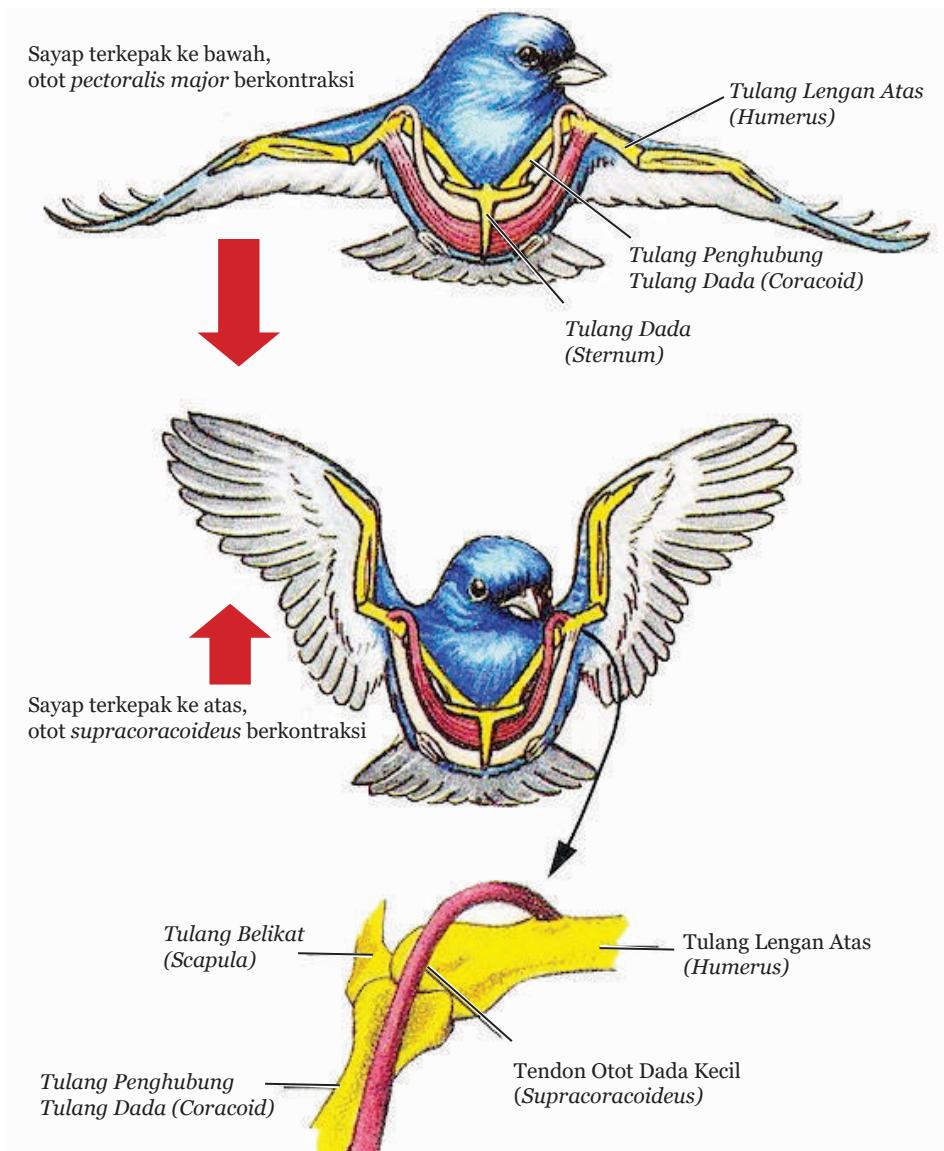
Tabel 2.5 Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi Melalui Pengerjaan Soal-soal pada Uji Kompetensi Bab 2 Usaha dan Pesawat Sederhana dalam Kehidupan Sehari-hari

Indikator Butir Soal	Ranah Kognitif & No Soal					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Mengidentifikasi contoh usaha				A1		
Menghitung besar usaha			A2 B2			
Menghitung besar jarak benda yang dikenai usaha			A3			
Menghitung besar daya			A4 B2			
Menjelaskan pengertian daya		A5				
Menyebutkan manfaat pesawat sederhana	A6					
Menganalisis contoh pesawat sederhana jenis bidang miring				A7		
Menganalisis contoh pesawat sederhana jenis roda berporos				A8		
Menganalisis prinsip kerja koper pada sistem gerak manusia				A9		
Menghitung besar keuntungan mekanik bidang miring		A10 B5				
Menganalisis jenis pengungkit dan menyebutkan contohnya			B1			
Membandingkan besar keuntungan mekanik dua pengungkit				B3		
Menghitung besar beban yang ditarik oleh katrol majemuk			B4			

D. Materi Pengayaan

Otot dan Tulang Burung yang Berperan untuk Terbang

Terbang merupakan suatu kemampuan yang penting bagi burung. Untuk terbang dibutuhkan otot yang kuat yang mampu mengimbangi berat tubuh burung. Untuk memahami mekanisme burung terbang, sayap dapat

dianalogikan sebagai lengan pada manusia. Manusia memiliki otot dada yang kuat yang disebut dengan *pectoralis major*. Otot ini dimulai dari tulang dada (*sternum*) hingga tulang lengan atas (*humerus*). Ketika otot tersebut berkontraksi akan membuat lengan mendekati tubuh. Pergerakan ini seperti saat sayap burung mengepakkan sayap ke bawah. Untuk menaikkan lengan, manusia memiliki otot yang lebih kecil yang disebut dengan *deltoid,* yang berada di atas bahu. Karena otot *pectoralis major* lebih besar daripada otot *deltoid*, gaya yang dihasilkan saat mendekatkan lengan ke dada lebih besar daripada saat menaikkan lengan.

Sumber: www.birdwatchingdaily.com

Gambar 2.1 Mekanisme Mengepaknya Sayap Burung

Pada burung, gerakan sayap ke atas diakibatkan oleh berkontraksinya otot *supracoracoideus*. Otot ini tidak terletak di bagian atas sayap, namun terletak di bagian bawah. Otot ini memiliki tendon yang melekat pada *humerus* pada sayap burung dengan melalui bahu terlebih dahulu dan memiliki prinsip kerja seperti katrol. Artinya, ketika otot *supracoracoiedus* berkontraksi otot akan menarik ke arah bawah, namun karena memiliki tendon yang memiliki prinsip seperti katrol, adanya tarikan ke bawah akan membuat sayap bergerak ke atas.

E. Interaksi dengan Orangtua

Komunikasi dengan orang tua dapat menggunakan buku penghubung yang memfasilitasi komunikasi yang baik antara sekolah/guru dengan orang tua peserta didik. Buku penghubung ini juga bermanfaat membangun kerjasama pihak sekolah dengan orang tua dalam membantu keberhasilan peserta didik. Buku penghubung ini memuat hari/tgl, matapelajaran, pokok bahasan/subpokok bahasan, bentuk tugas, tanda tangan orang tua. Contoh lembar monitoring orangtua dapat dilihat kembali pada Bagian Umum buku guru ini

F. Kunci Jawaban Uji Kompetensi

1. Pilihan Ganda

1. A
2. D
3. B
4. A
5. D
6. C
7. B
8. D
9. D
10. B

2. Uraian

1. Pengungkit jenis pertama, karena titik tumpu berada diantara beban dan kuasa. Contoh pengungkit jenis pertama dalam kehidupan sehari-hari adalah gunting dan jungkat jungkit.
2. Hasil perhitungan

   a. $W = F \times \Delta s = 120 \times 2 = 240$ Joule

b. $P = \dfrac{W}{t} = \dfrac{240}{10} = 24$ watt

3. Pengungkit A, karena lengan beban jauh lebih pendek dari pada lengan kuasa ($\ell_b < \ell_k$)
4. Banyaknya tali pada katrol majemuk adalah 4 tali, sehingga keuntungan mekanik katrol majemuk tersebut adalah 4. Jadi, besar beban yang ditarik adalah:

$$\text{Km} = \frac{F_b}{F_k}$$

$$F_b = \text{Km} \times F_k = 4 \times 8 = 32 \text{ N}$$

5. Besar keuntungan mekanik bidang miring

$$\text{Km} = \frac{s}{h} = \frac{15}{3} = 5$$

G. Tugas Proyek

Rambu-rambu yang perlu diperhatikan guru dalam melakukan tugas proyek. Peserta didik diminta untuk menyusun berbagai permasalahan di lingkungan sekitar yang seharusnya dapat diatasi dengan menggunakan prinsip pesawat sederhana, tetapi belum dipecahkan dengan menggunakan prinsip pesawat sederhana. Misalnya pada kegiatan tukang untuk menaikkan pasir ke bangunan lantai 2, seharusnya menggunakan katrol berganda atau katrol majemuk tetapi hanya menggunakan katrol tetap.

Peserta didik dapat melakukan tugas proyek ini secara berkelompok, masing-masing kelompok terdiri atas 2 orang. Peserta didik dapat menuliskan hasil kajian permasalahannya pada buku tugas IPA atau pada selembar kertas proyek yang formatnya telah ditentukan oleh guru. Guru dapat melakukan penilaian sesuai dengan format yang dibuat. Tidak lupa guru memberikan saran pada peserta didik. Waktu yang diberikan untuk mengerjakan proyek ini bervariasi tergantung seberapa banyak jumlah permasalahan yang dikaji oleh peserta didik.

3 Petunjuk Pembelajaran: Struktur dan Fungsi Tumbuhan

Sumber: Dok. Kemdikbud

A. Pengantar

Bab 3 buku ini memuat materi tentang struktur dan fungsi tumbuhan. Pada bagian pertama bab ini, peserta didik akan mempelajari Struktur dan Fungsi akar, batang, bunga, buah, dan biji. Hal ini dimaksudkan agar peserta didik lebih mudah mempelajari karena organ tumbuhan mudah diamati dari luar. Selanjutnya, peserta didik akan mempelajari struktur dan fungsi jaringan tumbuhan yang akan menjadi dasar dalam mempelajari struktur jaringan penyusun organ tumbuhan serta hubungannya dengan fungsi yang dimiliki oleh organ tumbuhan tersebut. Pada bagian terakhir peserta didik akan mempelajari berbagai macam teknologi yang terinspirasi dari struktur jaringan tumbuhan, dengan harapan peserta didik dapat termotivasi untuk menemukan teknologi-teknologi inovatif di masa yang akan datang.

1. Kompetensi Dasar

3.4 Menganalisis keterkaitan struktur jaringan tumbuhan dan fungsinya, serta teknologi yang terinspirasi oleh struktur tumbuhan

4.4. Menyajikan karya dari hasil penelusuran berbagai sumber informasi tentang teknologi yang terinspirasi dari hasil pengamatan struktur tumbuhan

2. Indikator Pencapaian Kompetensi

Pada kegiatan pembelajaran di kelas, guru dapat mengembangkan sendiri indikator pencapaian kompetensi disesuaikan dengan kondisi peserta didik masing-masing. Berikut ini dipaparkan contoh Indikator Pencapaian Kompetensi yang dapat dijabarkan dari KD 3.4 dan KD 4.4.

3.4.1 Mendeskripsikan struktur jaringan penyusun akar

3.4.2 Mendeskripsikan struktur jaringan penyusun batang

3.4.3 Mengidentifikasi struktur jaringan penyusun daun

3.4.4 Menjelaskan hubungan antara struktur dan fungsi jaringan di akar

3.4.5 Menjelaskan hubungan antara struktur dan fungsi jaringan di batang

3.4.6 Menjelaskan hubungan antara struktur dan fungsi jaringan di daun

3.4.7 Membandingkan struktur jaringan yang menyusun akar, batang dan daun

3.4.8 Menunjukkan pemanfaatan teknologi yang terilhami struktur tumbuhan

4.4.1 Menyajikan data berdasarkan hasil pengamatan struktur jaringan tumbuhan (akar, batang, daun) dan membuat laporannya.

4.4.2 Menyajikan berbagai fakta mengenai berbagai ide teknologi sederhana yang terilhami oleh struktur jaringan tumbuhan

3. Alokasi Waktu

Pembelajaran dan penilaian Bab 3 tentang struktur dan fungsi tumbuhan diperkirakan memerlukan waktu 10 jam 5 kali tatap muka (TM) (dengan asumsi 5 JP/minggu diorganisasikan menjadi dua kali TM, yakni 3 JP dan 2 JP).

Tabel 3.1 Penjabaran Materi Pembelajaran Tiap Pertemuan pada Bab 3

Pertemuan Ke	Materi
1	Struktur dan fungsi akar, batang, daun, dan bunga ▪ Struktur dan fungsi akar ▪ Struktur dan fungsi batang
2	Struktur dan fungsi akar, batang, daun, dan bunga ▪ Struktur dan fungsi daun ▪ Struktur dan fungsi bunga ▪ Struktur dan fungsi buah dan biji
3	Struktur dan fungsi jaringan tumbuhan ▪ Jaringan meristem ▪ Jaringan dewasa ▪ Struktur dan fungsi jaringan pada akar ▪ Struktur dan fungsi jaringan pada batang ▪ Struktur dan fungsi jaringan pada daun
4	Teknologi yang terinspirasi dari struktur jaringan tumbuhan ▪ Macam-macam teknologi yang terinspirasi dari struktur jaringan tumbuhan
5	▪ Ulangan harian

4. Materi Esensial

a. Organ vegetatif merupakan organ tumbuhan yang berfungsi untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan, terutama berguna untuk penyerapan, pengolahan, pengangkutan, dan penimbunan zat-zat makanan. Organ vegetatif tumbuhan berpembuluh terdiri atas akar, batang, dan daun.

b. Akar merupakan organ tumbuhan yang umumnya berada di bawah permukaan tanah, tidak memiliki buku-buku, tumbuh ke pusat bumi atau menuju air, dan berfungsi untuk menambatkan tubuh tumbuhan pada tanah atau medium tumbuhnya, menyerap air dan mineral dalam tanah atau pada medium tumbuhnya, serta pada beberapa tumbuhan berfungsi untuk menyimpan cadangan makanan.

c. Ada dua jenis sistem perakaran yaitu akar serabut dan akar tunggang. Akar tumbuhan monokotil memiliki sistem perakaran serabut. Tumbuhan dikotil memiliki sistem perakaran tunggang.

d. Batang merupakan organ tumbuhan yang terletak di atas permukaan tanah, umumnya berbentuk panjang bulat seperti silinder, memiliki ruas-ruas (internodus) yang masing-masing dibatasi oleh buku-buku (nodus). Batang berfungsi untuk menyokong bagian-bagian tumbuhan yang berada di atas tanah, dan sebagai jalan pengangkutan air dan mineral dari akar menuju daun dan jalan pengangkutan makanan dari daun ke seluruh tubuh tumbuhan. Pada beberapa tumbuhan batang juga berfungsi sebagai tempat menyimpan cadangan makanan.

e. Daun merupakan organ tumbuhan yang menempel pada batang, biasanya berbentuk tipis lebar dan banyak mengandung zat warna hijau yang dinamakan klorofil. Daun berfungsi sebagai alat untuk mengambil gas karbon dioksida (CO_2) yang digunakan sebagai sumber dalam fotosintesis, mengatur penguapan air (transpirasi), dan pernapasan (respirasi) tumbuhan.

f. Daun monokotil memiliki peruratan daun sejajar, sedangkan tumbuhan dikotil memiliki peruratan daun menjala.

g. Organ generatif merupakan organ tumbuhan yang berfungsi dalam proses perkembangbiakan secara generatif/seksual (didahului oleh peristiwa perkawinan). Organ generatif pada tumbuhan berupa bunga dan biji.

h. Bunga terdiri atas tangkai, kelopak, mahkota, dan alat reproduksi berupa benang sari (alat kelamin jantan) dan putik (alat kelamin betina). Bunga yang memiliki bagian-bagian tersebut disebut bunga lengkap. Berdasarkan kelamin bunga, bunga yang memiliki benang sari dan putih pada satu bunga disebut bunga sempurna. Beberapa bunga hanya memiliki satu alat kelamin saja benang sari atau putik disebut bunga tidak sempurna.

i. Berdasarkan aktivitas pembelahan sel penyusun jaringan selama masa pertumbuhan dan perkembangan, jaringan tumbuhan dapat dikelompokkan menjadi jaringan meristem (jaringan embrional) dan jaringan permanen (jaringan dewasa).

j. Jaringan meristem (jaringan embrional) adalah jaringan yang sel-selnya aktif membelah diri secara mitosis. Hal ini menyebabkan sel-sel tumbuhan semakin bertambah dan menyebabkan tumbuhan mengalami pertambahan tinggi dan volume. Jaringan meristem dapat dikelompokkan menjadi dua macam, yaitu meristem primer dan meristem sekunder.

k. Meristem primer merupakan jaringan meristem pada tumbuhan yang sel-selnya aktif membelah dan pada umumnya terdapat pada ujung batang dan ujung akar, serta menyebabkan pertumbuhan secara vertikal.

l. Meristem sekunder berasal dari sel-sel dewasa yang berubah sifatnya menjadi meristematik kembali (aktif membelah kembali). Contohnya adalah kambium pembuluh (kambium vaskuler) dan kambium gabus (felogen). Kambium menyebabkan tumbuhan mengalami pertumbuhan sekunder sehingga batang menjadi besar.

m. Jaringan dewasa (jaringan permanen) merupakan jaringan yang berasal dari pembelahan sel-sel meristem primer dan sel-sel meristem sekunder, yang telah mengalami diferensiasi atau mengalami perubahan bentuk sehingga memiliki fungsi tertentu dan sudah tidak aktif membelah. Jaringan dewasa dibedakan menjadi empat, yaitu jaringan pelindung (epidermis), jaringan dasar (parenkim), jaringan penyokong (kolenkim dan sklerenkim), dan jaringan pengangkut (xilem dan floem).

n. Jaringan pelindung merupakan jaringan yang berfungsi untuk melindungi bagian dalam tumbuhan dari berbagai pengaruh luar yang merugikan, misalnya hilangnya air akibat suhu yang meningkat dan melindungi dari kerusakan mekanik. Contoh dari jaringan pelindung yaitu jaringan epidermis.

o. Jaringan dasar (jaringan pengisi) merupakan jaringan yang hampir terdapat pada seluruh bagian tumbuhan yang berperan penting dalam semua proses fisiologi (metabolisme) pada tumbuhan.

p. Jaringan penyokong berperan untuk menunjang bentuk tubuh tumbuhan. Jaringan penyokong dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu jaringan kolenkim dan jaringan sklerenkim. Jaringan kolenkim berfungsi untuk menyokong bagian tumbuhan yang masih muda. Sedangkan jaringan sklerenkim berfungsi untuk menyokong tubuh tumbuhan yang sudah tua. Ada dua jenis jaringan sklerenkim, yaitu jaringan sklerenkim yang berbentuk serat (fiber) dan sklereida.

q. Jaringan pengangkut terdiri atas dua jenis, yaitu xilem dan floem. Xilem berfungsi untuk mengangkut air dan zat-zat terlarut di dalamnya dari akar menuju daun. Floem berfungsi untuk mengangkut makanan hasil fotosintesis dari daun ke seluruh tubuh tumbuhan.

r. Akar tersusun atas epidermis, korteks yang banyak diisi oleh jaringan parenkim, endodermis, dan silinder pusat. Silinder pusat tersusun atas jaringan pengangkut dan jaringan pendukung lainnya seperti perisikel dan parenkim empulur.

s. Pada batang dikotil berkas pengangkut tersusun dalam lingkaran, sedangkan pada monokotil berkas pengangkut tersebar. Antara xilem dan floem pada berkas pengangkut tumbuhan dikotil terdapat kambium

intervaskuler. Kambium intervaskuler ini aktif membelah ke arah luar membentuk floem sekunder dan ke arah dalam membentuk xilem sekunder.

t. Permukaan atas dan bawah daun terdapat jaringan yang disebut epidermis. Jaringan ini berfungsi melindungi jaringan di dalam daun. Pada beberapa tumbuhan, daun juga dilapisi oleh lapisan lilin yang disebut kutikula yang berfungsi untuk mengurangi penguapan. Sel-sel epidermis dapat mengalami modifikasi menjadi stomata, sisik, dan rambut-rambut. Stomata dapat membuka dan menutup, menyesuaikan kondisi lingkungan. Di bawah lapisan epidermis atas terdapat jaringan palisade atau jaringan tiang. Di bawah jaringan palisade terdapat jaringan bunga karang. Kedua jaringan ini merupakan jaringan mesofil. Di dalam jaringan mesofil inilah terjadi proses fotosintesis.

u. Banyak struktur organ dan jaringan tumbuhan yang menginspirasi manusia untuk mengembangkan teknologi yang memiliki banyak manfaat bagi manusia, misalnya panel surya yang terinspirasi struktur daun dan proses fotosintesis, sensor cahaya yang terinspirasi dari reseptor cahaya pada stomata, alat pemurnian air yang terinspirasi dari penyerapan air dan nutrisi dalam tanah oleh akar-akar tumbuhan, lapisan pengkilap dan pelindung yang terinspirasi dari kutikula pada permukaan daun, dan lain sebagainya.

B. Kegiatan Pembelajaran

Pada pembelajaran Bab 3 tentang struktur dan fungsi tumbuhan guru dapat menerapkan pembelajaran *Jigsaw*, *Group Investigation (GI)*, *Discovery Learning, Creative Problem Solving (CPS)*, atau model pembelajaran lain yang prosesnya berbasis *scientific approach*.

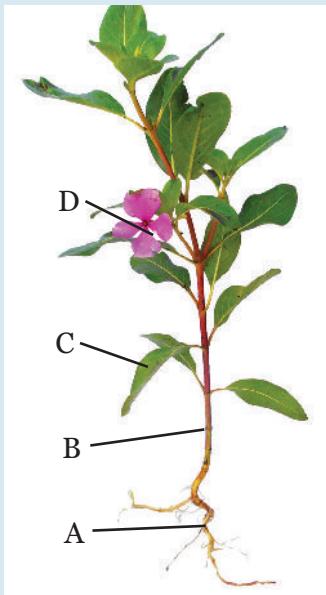
Pertemuan 1, Materi: Struktur dan Fungsi Akar, Batang, Daun, dan Bunga

a. Sebelum mempelajari materi tentang struktur dan fungsi tumbuhan, sebaiknya peserta didik dimotivasi terlebih dahulu betapa pentingnya tumbuhan bagi kehidupan manusia dan hewan di bumi. Guru dapat memberi contoh peranan tumbuhan padi, sebagai penghasil beras. Kemudian guru dapat bertanya untuk memicu peserta didik agar lebih fokus memikirkan struktur dan fungsi organ serta jaringan tumbuhan. Misalnya melalui pertanyaan.
   - Bagaimana padi dapat menghasilkan beras?
   - Di manakah proses tersebut berlangsung?
   - Bagian manakah dari tumbuhan yang berperan untuk proses tersebut? Setiap guru menyampaikan pertanyaan, peserta didik diberi kesempatan untuk menyampaikan pendapatnya.

b. Guru menyampaikan kepada peserta didik tujuan pembelajaran dan nilai yang diperoleh setelah mempelajari Bab 3 yang tertera pada bagian "Mengapa Penting?"
c. Guru menginformasikan pada peserta didik tentang kegiatan yang akan dilakukan.
d. Guru dapat memulai membelajarkan materi organ penyusun tumbuhan dengan mengingatkan kembali materi tentang pengelompokan tumbuhan yaitu kelompok tumbuhan tidak berpembuluh (Thallophyta) dan tumbuhan berpembuluh (Tracheophyta). Tumbuhan berpembuluh meliputi paku-pakuan (Pteridophyta) dan tumbuhan berbiji (Spermatophyta). Tumbuhan berbiji dapat dikelompokkan lagi menjadi tumbuhan berbiji terbuka (Gymnospermae) dan tumbuhan berbiji tertutup (Angiospermae). Pada materi ini kita akan lebih fokus mempelajari tumbuhan berbiji tertutup (Angiospermae)
e. Guru meminta peserta didik untuk mengerjakan Aktivitas 3.1 untuk mengetahui pengetahuan awal peserta didik.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 3.1 Mengidentifikasi Organ Penyusun Tumbuhan beserta Fungsinya

Alternatif Hasil Identifikasi:

Nama Organ A: **Akar**
Fungsi: Menambatkan tubuh tumbuhan pada tanah dan menyerap air serta mineral dalam tanah.
Nama Organ B: **Batang**
Fungsi: Menyokong bagian tumbuhan yang berada di atas tanah, dan sebagai jalan pengangkutan air dan mineral dari akar menuju daun.
Nama Organ C: **Daun**
Fungsi: Alat untuk mengambil gas karbon dioksida (CO_2) yang digunakan sebagai sumber dalam fotosintesis, mengatur penguapan air (transpirasi), dan pernapasan (respirasi) tumbuhan.
Nama Organ D:**Bunga**
Fungsi: Alat reproduksi generatif pada tumbuhan

Sumber: Dok. Kemdikbud
Gambar 3.1 Organ Penyusun Tumbuhan

Tabel 3.2 Hasil Identifikasi Organ Penyusun Tumbuhan beserta Fungsinya

Nama Tumbuhan	Karakteristik		
	Akar	Batang	Daun
Jahe/Kunyit/ Lengkuas	Serabut, berwarna coklat dengan ujung putih	Batang termodifikasi menjadi rimpang (penyimpan cadangan makanan)	Berwarna hijau, memiliki pelepah. Pertulangan daun dan peruratan daun tanaman jahe sejajar.
Kentang	* Akar serabut (bila tumbuh dari umbi batang) * Akar tunggang bila tumbuh dari biji	Berwarna hijau, tekstur keras, bercabang-cabang. Setiap cabang ditumbuhi daun-daun. Batang termodifikasi menjadi umbi batang	Berwarna hijau, pertulangan menyirip, permukaan bagian bawah berbulu.
Wortel	Akar tunggang berbentuk seperti tombak, cabang akar berukuran kecil (seperti serabut). Akar termodifikasi menjadi umbi akar	Batang sangat pendek, berwarna hijau tua, tidak bercabang	Berwarna hijau, Daun majemuk, pertulangan daun menyirip
Singkong	*Akar serabut bila tanaman tersebut tumbuh dari setek. Pada singkong akar serabut termodifikasi menjadi umbi akar *Akar tunggang, bila tumbuh dari biji	Berwarna hijau atau coklat, berkayu, berbuku-buku	Berwarna hijau, tepi daun berbagi (partitus) Pertulangan daun menjari
Kaktus	Akar serabut, berwarna keputihan	Tebal, berwarna hijau, berduri	Daun hijau termodifikasi menjadi duri

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Hasil identifikasi rimpang jahe, kentang, wortel, dan singkong:
   - Rimpang jahe/lengkuas, kunyit: merupakan modifikasi dari batang. Ciri yang menguatkan rimpang adalah batang, karena beruas-ruas (terdapat buku dan nodus) dan terdapat daun pada nodusnya.

- Kentang : merupakan modifikasi dari batang karena pada umbi kentang dapat tumbuh daun dari nodusnya.
- Wortel dan singkong: merupakan modifikasi dari akar karena masih terdapat cabang-cabang akar yang melekat pada umbinya, dan tidak dapat tumbuh daun dari umbi tersebut.

2. Daun kaktus termodifikasi menjadi duri. Kaktus melakukan fotosintesis pada batang karena batangnya mengandung klorofil.

f. Setelah mengerjakan Aktivitas 3.1, guru membimbing peserta didik untuk mencari dan mengidentifikasi berbagai akar yang termodifikasi fungsinya sehingga ada yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan seperti pada singkong, wortel dan lain-lain. Kegiatan ini dilakukan dengan mengamati tumbuhan yang ada di sekitar peserta didik atau mencari pada sumber informasi bebas (observasi, buku, internet, televisi, koran, dll.), pada fitur "Ayo, Kita Cari Tahu" tentang akar termodifikasi. Untuk menunjang tercapainya kompetensi sikap jangan lupa mengingatkan peserta didik agar bekerjasama dengan kelompoknya serta menyelesaikannya dengan cermat.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Cari Tahu

Berikut merupakan tumbuhan yang akarnya mengalami modifikasi struktur dan fungsi.

Tabel 3.3 Tumbuhan yang Akarnya Mengalami Modifikasi Struktur dan Fungsi

No	Nama Tumbuhan	Bentuk/Struktur Akar	Fungsi Modifikasi Akar
1	Wortel	Seperti tombak	Menyimpan cadangan makanan
2	Beringin	Menggantung di udara serta tumbuh ke arah tanah (akar udara atau akar gantung)	Menyimpan air dan udara
3	Benalu	Melekat pada tumbuhan inang (akar penghisap atau haustorium)	Menyerap air maupun zat makanan dari inangnya
4	Sirih	Seperti serabut dan memiliki cairan pelekat sehingga dapat melekat pada tempat tumbuhnya (akar pelekat)	Melekatkan batang pada tempat tumbuh

No	Nama Tumbuhan	Bentuk/Struktur Akar	Fungsi Modifikasi Akar
5	Bakau	Tumbuh ke atas hingga ke permukaan tanah (pneumatopora)	Menyerap udara
6	Vanili	Tumbuh hingga seperti memeluk batang tumbuhan lain atau tempat tumbuhnya (akar pembelit)	Melekatkan batang pada tempat tumbuh
7	Pohon tanjang	Tumbuh keluar dan membengkok kembali ke dalam tanah (akar lutut)	Agar tumbuhan menancap kuat ke tanah
8	Randu	Berbentuk seperti papan yang disusun secara vertikal (akar banir)	Memperkuat batang agar tidak mudah roboh
9	Pandan laut	Tumbuh dari bagian bawah batang ke segala arah dan seakan-akan menunjang batang	Memperkuat batang agar tidak mudah roboh

g. Secara berkelompok peserta didik melakukan kegiatan pengamatan dan mencari informasi tentang batang yang mengalami modifikasi struktur. Peserta didik menyajikan data pada Tabel 3.4 batang tumbuhan yang mengalami modifikasi struktur dan fungsi. Selanjutnya hasil pengamatan dipresentasikan di depan kelas. Guru hendaknya mengingatkan peserta didik agar bekerjasama dengan kelompok serta menyelesaikannya dengan cermat dan hati-hati.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Cari Tahu

Berikut merupakan tumbuhan yang batangnya mengalami modifikasi struktur dan fungsi.

Tabel 3.4 Batang Tumbuhan yang Mengalami Modifikasi Struktur dan Fungsi

No	Nama Tumbuhan	Bentuk/Struktur Batang	Fungsi Modifikasi Batang
1	Kentang	Umbi batang	Menyimpan cadangan makanan dan alat perkembangbiakan vegetatif

No	Nama Tumbuhan	Bentuk/Struktur Batang	Fungsi Modifikasi Batang
2	Kunyit	Rimpang	Alat perkembangbiakan biakan dan penimbunan zat makanan
3	Bawang	Umbi lapis	Penyimpanan cadangan makanan
4	Dst.		

h. Peserta didik membuat kesimpulan berdasarkan Tabel 3.4 sebagai berikut. Pada beberapa tumbuhan, batang dapat memiliki mengalami modifikasi struktur disesuaikan dengan fungsi tambahan. Berikut beberapa tanaman yang batangnya mengalami modifikasi.
   - Rimpang (*rhizoma*), yaitu batang yang tumbuh horizontal di bawah tanah dengan buku dan ruas-ruas yang pendek dengan daun yang berbentuk sisik-sisik. Contoh rimpang terdapat pada tumbuhan dari kelompok Zingiberaceae, Poaceae, dan Cannaceae. Fungsinya sebagai alat perkembangbiakan dan penyimpan cadangan makanan
   - Umbi batang (*tuber*), yaitu batang di bawah permukaan tanah yang juga menebal, namun tidak berdaun sisik, permukaan batang sering kali tampak licin, buku-buku batang dan ruas-ruasnya tidak jelas. Pada umbi batang tidak ada sisa daun, sehingga seringkali dinamakan umbi telanjang (tuber nodus). Fungsinya sebagai alat perkembangbiakan dan penyimpan cadangan makanan. Contoh umbi batang adalah pada tumbuhan kentang.
   - Umbi lapis (*bulbus)*, merupakan modifikasi dari batang beserta daun.
   - Bagian yang merupakan modifikasi dari batang adalah subang atau cakram kecil-kecil dengan ruas yang amat pendek. Fungsinya untuk perkembangbiakan.
   - Stolon, merupakan cabang yang ramping dan panjang, tumbuh ke samping di atas tanah atau di dalam tanah, pada buku-bukunya tumbuh tunas. Contoh stolon adalah pada tumbuhan teki (*Cyperus rotundus* L). Fungsinya untuk perkembangbiakan.
   - Sulur batang atau sulur cabang, merupakan batang yang tumbuh dari ketiak daun. Fungsinya untuk membelit benda-benda yang disentuhnya. Contoh salur batang adalah pada tanaman air mata pengantin (*Antigonon leptopus*).

i. Guru dapat menggunakan model pembelajaran *Jigsaw* dalam pembelajaran struktur dan fungsi akar dan batang, kemudian peserta didik diminta untuk mempresentasikan materi yang telah dipelajari dilanjutkan dengan diskusi kelas. Dengan demikian, keterampilan sosial, keterampilan komunikasi, dan pemahaman peserta didik dapat ditingkatkan

j. Di akhir pembahasan materi struktur dan fungsi akar dan batang, guru meminta peserta didik mempelajari materi yang akan dipelajari pada pertemuan berikutnya yaitu tentang struktur dan fungsi daun, bunga, buah, dan biji. Peserta didik diminta mencermati dan memikirkan jawaban dari fitur "Ayo, Kita Diskusikan" tentang karakteristik daun dan "Ayo, Kita Pikirkan" tentang struktur tubuh kaktus. Peserta didik diberi tugas di luar jam untuk mengamati daun pisang, daun rumput dan kaktus untuk dipelajari pada pertemuan berikutnya.

Pertemuan 2, Materi : Struktur dan Fungsi Daun, Bunga, Buah, dan Biji

a. Guru melakukan apersepsi mengaitkan materi pada pertemuan 1 dengan materi yang akan dipelajari dengan mengajukan pertanyaan: "Air dan mineral yang diserap oleh akar dari dalam tanah dibawa ke mana? Di mana terjadinya fotosintesis?"

b. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran yang akan dicapai dan menginformasikan kepada peserta didik tentang kegiatan yang akan dilakukan.

c. Peserta didik dibimbing untuk melakukan kegiatan "Ayo, Kita Diskusikan" tentang karakteristik daun, dilanjutkan dengan kegiatan "Ayo, Kita Pikirkan".

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

Berdasarkan karakteristik peruratan daun, tumbuhan pisang dan rumput termasuk dalam tumbuhan monokotil karena memiliki peruratan daun yang sejajar, bukan menyirip.

d. Setelah kegiatan "Ayo, Kita Diskusikan", peserta didik dibimbing untuk melakukan percobaan yang membuktikan adanya fotosintesis pada daun pada kegiatan "Ayo, Kita Lakukan". Guru mengingatkan peserta didik agar bekerjasama dengan kelompok serta menyelesaikannya dengan cermat sesuai dengan langkah-langkah pada Aktivitas 3.2.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 3.2 Menyelidiki Adanya Amilum sebagai Hasil Fotosintetis

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Pada saat daun ditetesi dengan iodin bagian yang sebelumnya tertutup oleh kertas timah tetap pucat, sedangkan yang tidak tertutup warnanya menjadi biru kehitaman.
2. Daun yang tidak ditutupi kertas timah mengandung amilum.

Alternatif Kesimpulan:

Pada daun yang terkena cahaya matahari akan terjadi proses fotosintesis, sedangkan pada daun yang tidak terkena cahaya matahari tidak terjadi proses fotosintesis. Pada bagian daun yang tidak ditutupi kertas timah terdapat amilum, sedangkan pada bagian daun yang ditutupi kertas timah tidak terdapat amilum. Amilum merupakan salah satu hasil dari proses fotosintesis.

e. Guru membimbing peserta didik untuk membuat laporan praktikum penyelidikan amilum sebagai hasil fotosintesis. Kemudian peserta didik dibimbing untuk menjawab fitur "Ayo, Kita Pikirkan" tentang struktur tubuh kaktus.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Pikirkan!

Kaktus tidak memiliki daun yang pipih dan lebar seperti tumbuhan pada umumnya. Kaktus memiliki daun yang telah bermodifikasi menjadi duri. Hal ini terjadi karena kaktus hidup di tempat yang kering, dengan tidak memiliki daun yang pipih dan lebar membuat air dalam tubuhnya tidak cepat hilang akibat penguapan. Kaktus melakukan fotosintesis pada jaringan parenkim yang mengandung klorofil (klorenkim) yang ada pada batang.

f. Selanjutnya peserta didik diajak untuk membahas struktur dan fungsi bunga, buah, dan biji pada tumbuhan. Konsep yang harus dipahami oleh peserta didik adalah bunga merupakan organ generatif pada tumbuhan berbiji tertutup karena dalam bunga terdapat alat reproduksi berupa benang sari dan putik. Melalui peristiwa penyerbukan dan pembuahan maka akan terbentuk biji dan buah.

Pertemuan 3, Materi : Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan

a. Sebelum memulai pembelajaran mengenai jaringan penyusun tumbuhan, peserta didik diingatkan tentang materi organ penyusun tumbuhan.

b. Guru menjelaskan bahwa organ tumbuhan tersusun atas bagian yang disebut jaringan. Jaringan merupakan sekumpulan sel yang memiliki karakteristik yang sama yang membentuk suatu kesatuan untuk memberikan fungsi tertentu.

c. Pada awal pembelajaran jaringan meristem, guru dapat bertanya:
   - Bagaimana batang tumbuhan dapat tumbuh tinggi menjulang ke atas dan akar dapat tumbuh memanjang ke dalam tanah?
   - Bagaimana tumbuhan dapat memiliki batang yang besar?

d. Selanjutnya guru dapat menjelaskan jaringan meristem primer dan jaringan meristem sekunder.

e. Setelah peserta didik mengenal meristem yang ada pada tumbuhan, peserta didik diarahkan untuk mendiskusikan struktur tumbuhan kelapa dan palem seperti yang terdapat pada fitur "Ayo, Kita Diskusikan".

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

Meskipun pohon kelapa dan pohon palem merupakan tumbuhan monokotil, batang pohon kelapa dan pohon palem memiliki ukuran batang yang besar disebabkan adanya perkembangan jaringan pengangkut yang terus terjadi dan ukuran sel-sel jaringan parenkim batang terus membesar.

f. Jika di sekolah terdapat fasilitas mikroskop, guru dapat mengajak peserta didik untuk mengamati jenis-jenis jaringan dewasa melalui kegiatan "Ayo, Kita Lakukan".

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 3.3 Mengidentifikasi Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Ciri-ciri jaringan epidermis, sel-selnya tersusun rapat, tidak ada rongga antar sel. Pada epidermis daun, terdapat stomata yang merupakan

jaringan yang berkembang (modifikasi) dari epidermis. Jaringan epidermis berfungsi sebagai pelindung jaringan di bawahnya.

2. Jaringan yang ditemukan pada daun durian adalah trikoma non glanduler yang berbentuk sisik. Trikoma merupakan turunan epidermis yang memiliki bentuk, struktur, dan fungsi yang beragam. Trikoma berfungsi sebagai pelindung terhadap gangguan luar, mengurangi penguapan.
3. Ciri-ciri jaringan parenkim: tersusun atas sel-sel parenkim. Sel-sel parenkim biasanya bundar, oval atau kadang-kadang silindris, dengan vakuola besar dalam setiap sel, dinding sel sangat tipis, dan biasanya banyak ruang antar sel. Jaringan parenkim terdapat di semua organ tumbuhan dengan bentuk dan fungsi yang beragam. Fungsi sel parenkim dapat sebagai penyimpan cadangan makanan dan air misalnya pada empulur, tempat fotosintesis pada parenkim palisade dan sponsa yang terdapat pada mesofil daun, penutupan luka, regenerasi, dan penyusun utama alat tubuh atau organ tumbuhan.
4. Jaringan parenkim pada umbi kentang berfungsi sebagai penyimpan cadangan makanan. Hal tersebut dibuktikan dengan adanya amilum yang terdapat di dalamnya. Pada percobaan adanya amilum dibuktikan dengan adanya perubahan warna biru tua/kehitaman setelah diberi larutan lugol, pada sel-sel yang mengandung amilum.
5. Perbedaan struktur batang jagung dengan batang bayam

Tabel 3.5 Perbedaan Struktur Batang Jagung dengan Batang Bayam

Jaringan pada Batang	Batang Jagung	Batang Bayam
Epidermis	✓	✓
Korteks	✓	✓
Xilem	✓	✓
Floem	✓	✓
Empulur	-	✓

6. Jaringan yang menyusun akar adalah epidermis, korteks, endodermis dan silinder pusat (dalam silinder pusat terdapat perisikel, berkas pengangkut (xilem dan floem), dan empulur).
   - Akar bayam merupakan akar tunggang. Xilem berbentuk bintang dan berada di pusat akar. Sedangkan floem mengelilingi xilem. Diantara xilem dan floem terdapat kambium.
   - Akar jagung merupakan akar serabut. Letak xilem dan floem berselang-seling membentuk lingkaran

g. Guru memberi kesempatan pada peserta didik untuk mengajukan pertanyaan terkait struktur dan fungsi jaringan.
h. Selanjutnya, peserta didik diminta untuk mempresentasikan hasil pengamatannya yang dilanjutkan dengan diskusi klasikal.
i. Setelah itu, guru memberikan penguatan tentang jaringan dewasa.
j. Jika di sekolah tidak terdapat materi tersebut, guru dapat melakukan pembelajaran dengan model Jigsaw atau model pembelajaran lain yang sesuai dengan karakteristik materi jaringan dewasa.
k. Pada akhir pembelajaran, guru dapat menugaskan peserta didik untuk mengecambahkan kacang tanah dan jagung (7 hari) sebagai bahan untuk kegiatan praktikum pada pertemuan selanjutnya.

Pertemuan 4, Materi : Struktur dan Fungsi Jaringan pada Akar, Batang, dan Daun

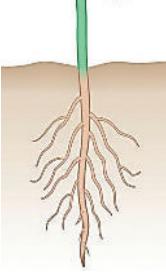
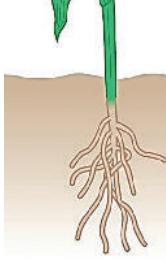
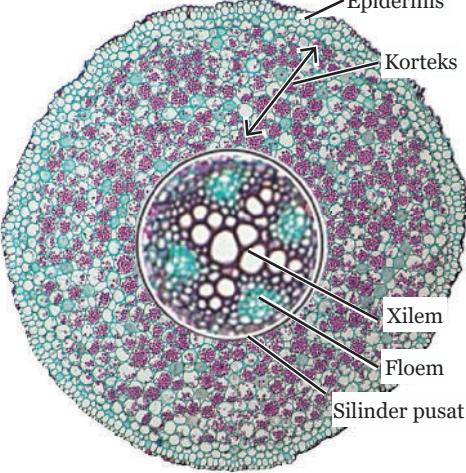
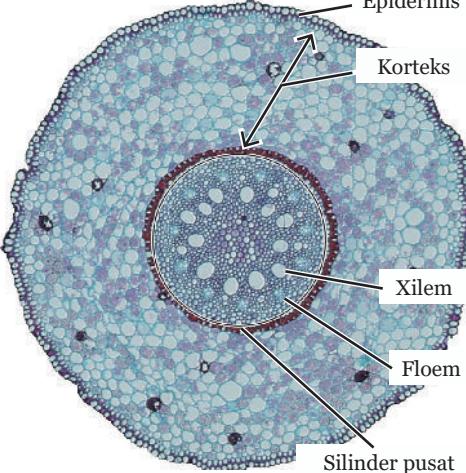
a. Guru melakukan apersepsi mengaitkan materi pada pertemuan ke 3 tentang struktur jaringan yang menyusun organ tumbuhan dengan materi yang akan dipelajari lanjut yaitu struktur dan fungsi akar, batang, dan daun. Guru dapat memberikan pertanyaan untuk kegiatan apersepsi "Bagaimana struktur anatomi akar, batang, dan daun untuk menjalankan fungsinya?".
b. Guru menginformasikan pada peserta didik kegiatan yang akan dilakukan, yaitu mengamati struktur morfologi dan jaringan akar, batang, dan daun. Pada kegiatan praktikum ini materi yang ditekankan adalah mengidentifikasi jaringan epidermis, jaringan parenkim, jaringan pengangkut, jaringan penyokong yang spesifik pada masing-masing organ tumbuhan serta perbedaan struktur anatomi akar dan batang tumbuhan dikotil dan monokotil.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 3.4 Mengamati Struktur Anatomi Akar Tumbuhan

Alternatif Jawaban Hasil Pengamatan:

Tabel 3.6 Struktur Anatomi Akar Kacang Hijau dan Akar Jagung

Akar Kacang Hijau (Dikotil)	Akar Jagung (Monokotil)
Sistem perakaran: tunggang	Sistem perakaran: serabut
Struktur luar (morfologi) akar:	Struktur luar (morfologi) akar:
Penampang melintang struktur anatomi akar: Epidermis, Korteks, Xilem, Floem, Silinder pusat	Penampang melintang struktur anatomi akar: Epidermis, Korteks, Xilem, Floem, Silinder pusat

Sumber: *Campbell et al.* 2008

Epidermis

Susunan sel-selnya rapat dan setebal satu lapis sel, dinding selnya mudah dilewati air. Bulu akar merupakan modifikasi dari sel epidermis akar, bertugas menyerap air dan garam-garam mineral terlarut, bulu akar memperluas permukaan akar.

Korteks

Letaknya langsung di bawah epidermis, sel-selnya tidak tersusun rapat sehingga banyak memiliki ruang antar sel. Sebagian besar dibangun oleh jaringan parenkim.

Endodermis

Merupakan lapisan pemisah antara korteks dengan silinder pusat. Sel-sel endodermis dapat mengalami penebalan zat gabus pada dindingnya dan membentuk seperti titik-titik, dinamakan titik kaspari. Pada pertumbuhan selanjutnya penebalan zat gabus sampai pada dinding sel yang menghadap silinder pusat, bila diamati di bawah mikroskop akan tampak seperti huruf U, disebut sel U, sehingga air tak dapat menuju ke silinder pusat. Tetapi tidak semua sel-sel endodermis mengalami penebalan, sehingga memungkinkan air dapat masuk ke silinder pusat. Sel-sel tersebut dinamakan sel penerus/sel peresap.

Silinder Pusat/Stele

Silinder pusat/stele merupakan bagian terdalam dari akar. Terdiri dari berbagai macam jaringan :

- Persikel/Perikambium. Merupakan lapisan terluar dari stele. Akar cabang terbentuk dari pertumbuhan persikel ke arah luar.
- Berkas Pembuluh Angkut/Vasis. Terdiri atas xilem dan floem yang tersusun bergantian menurut arah jari-jari. Pada dikotil di antara xilem dan floem terdapat jaringan kambium.
- Empulur. Letaknya paling dalam atau di antara berkas pembuluh angkut terdiri dari jaringan parenkim.

Alternatif Jawaban Diskusi:

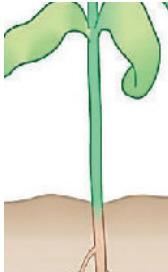
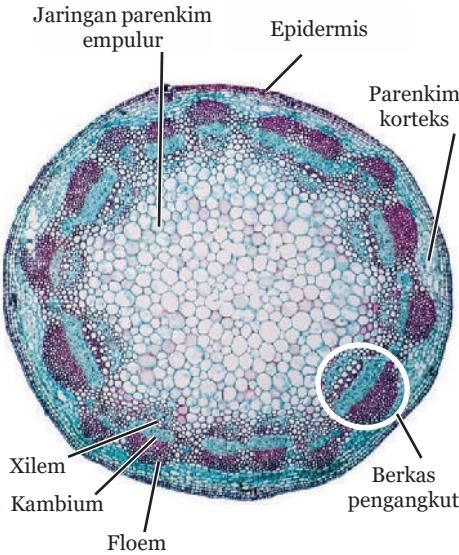
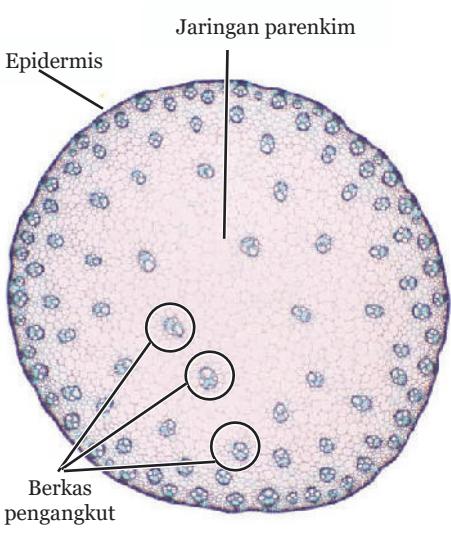
1. Jaringan yang menyusun akar adalah epidermis, korteks, endodermis, dan silinder pusat (dalam silinder pusat terdapat perisikel, berkas pengangkut (xilem dan floem), dan empulur).
2. Perbedaan pada tanaman dikotil dan monokotil.
   - Tanaman monokotil: letak xilem dan floem berselang-seling membentuk lingkaran.
   - Tanaman dikotil: xilem berbentuk bintang dan berada di pusat akar. Sedangkan floem mengelilingi xilem. Diantara xilem dan floem terdapat kambium.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 3.5 **Mengamati Struktur Anatomi Batang Tumbuhan**

Alternatif Hasil Pengamatan:

Tabel 3.7 Hasil Pengamatan Struktur Batang Tumbuhan

Batang Kacang Hijau (Dikotil)	Batang Jagung (Monokotil)
Struktur luar (morfologi) batang: Ruas pada batang tidak terlihat jelas	Struktur luar (morfologi) batang: Ruas pada batang terlihat jelas
Penampang melintang struktur anatomi batang:	Penampang melintang struktur anatomi batang:

Sumber: *Campbell et al.* 2008

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Jaringan pada batang terdiri atas epidermis, korteks, stele (berkas pengangkut (xilem dan floem), kambium (pada batang dikotil), empulur).
2. Jaringan yang ada pada tanaman dikotil (kacang tanah), yaitu:

- **Batang kacang hijau (dikotil)**

Pada batang dikotil terdapat lapisan dari luar ke dalam sebagai berikut.

Epidermis

Terdiri atas selaput sel yang tersusun rapat, tidak mempunyai ruang antar sel. Fungsi epidermis untuk melindungi jaringan di bawahnya. Pada batang yang mengalami pertumbuhan sekunder, lapisan epidermis digantikan oleh lapisan gabus yang dibentuk dari kambium gabus.

Korteks

Korteks batang disebut juga kulit pertama, terdiri dari beberapa lapis sel, yang dekat dengan lapisan epidermis tersusun atas jaringan kolenkim, makin ke dalam tersusun atas jaringan parenkim.

Stele/Silinder Pusat

Merupakan lapisan terdalam atas batang. Lapis terluar dari stele disebut perisikel atau perikambium. Ikatan pembuluh pada stele disebut tipe kolateral yang artinya xilem dan floem, letaknya saling bersisian, xilem di sebelah dalam dan floem sebelah luar. Antara xilem dan floem terdapat kambium intravaskuler, pada perkembangan selanjutnya jaringan parenkim yang terdapat di antara berkas pembuluh angkut juga berubah menjadi kambium, yang disebut kambium intervaskuler. Keduanya dapat mengadakan pertumbuhan sekunder yang mengakibatkan bertambah besarnya diameter batang.

Pada tumbuhan dikotil, berkayu keras dan hidupnya menahun, pertumbuhan menebal sekunder tidak berlangsung terus-menerus, tetapi hanya pada saat air dan zat hara tersedia cukup, sedang pada musim kering tidak terjadi pertumbuhan sehingga pertumbuhan menebalnya pada batang tampak berlapis-lapis, setiap lapis menunjukkan aktivitas pertumbuhan selama satu tahun, lapis-lapis lingkaran tersebut dinamakan Lingkaran Tahun.

- **Batang jagung (monokotil)**

Pada batang Monokotil, epidermis terdiri dari satu lapis sel, batas antara korteks dan stele umumnya tidak jelas. Pada stele monokotil terdapat ikatan pembuluh yang menyebar dan bertipe kolateral tertutup yang artinya di antara xilem dan floem tidak ditemukan kambium. Tidak adanya kambium pada monokotil menyebabkan batang monokotil tidak dapat tumbuh membesar, dengan perkataan lain tidak terjadi pertumbuhan menebal sekunder.

c. Selanjutnya peserta didik diajak berdiskusi tentang struktur dan fungsi jaringan pada daun tumbuhan. Peserta didik diminta untuk mencermati fitur "Tahukah kamu?" tentang klorofil dan memberikan tugas agar peserta didik mencari tahu jawaban dari fitur "Ayo, Kita Cari Tahu" tentang faktor-faktor aliran air dan nutrisi dari tanah menuju daun.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Cari Tahu

Faktor yang menyebabkan air dan mineral dapat naik dari bawah tanah menuju daun yang letaknya sangat tinggi, yaitu:

1. Adanya daya kapilaritas pada jaringan xilem, dalam peristiwa kapilaritas ini terjadi gaya kohesi antarmolekul air dan gaya adhesi antar molekul air dengan jaringan xilem.
2. Adanya daya hisap daun. Saat daun terkena cahaya maka akan terjadi penguapan, dalam penguapan tersebut akibat adanya gaya kohesi antar molekul air, air akan yang berada pada bagian bawah akan tertarik ke bagian atas.

d. Peserta didik dibimbing untuk menarik kesimpulan dan penegasan konsep perbedaan struktur anatomi batang dan akar tumbuhan dikotil dan monokotil.

Pertemuan 5, Materi : Teknologi yang Terinspirasi dari Struktur Jaringan Tumbuhan

a. Pada awal pembelajaran, guru dapat memberikan pertanyaan sebagai berikut.
   - Apakah kamu pernah melihat panel surya atau alat pemurnian air?
   - Tahukah kamu ternyata teknologi tersebut dapat ada, karena penemunya mendapatkan inspirasi dari struktur jaringan tumbuhan?

b. Pada bagian ini peserta didik mempelajari tentang berbagai macam teknologi yang dapat ditemukan dalam kehidupan sehari-hari yang terinspirasi dari struktur jaringan tumbuhan. Pada saat membelajarkan subbab ini, guru dapat menggunakan model pembelajaran *creative problem solving* (CPS) atau *discovery learning*. Pada awal pelaksanaan model pembelajaran ini, guru dapat membimbing peserta didik untuk membagi materi.

c. Setelah peserta didik selesai mendiskusikan materi ini, peserta didik diminta untuk membaca fitur “Tahukah Kamu” pada bagian pertama, berisi tentang teknologi “*solar ivy*” merupakan teknologi yang terinspirasi dari tanaman Ivy. Fitur “Tahukah Kamu” pada bagian kedua, berisi tentang gedung Esplanade yang terinspirasi dari kulit buah durian.
d. Peserta didik dibimbing untuk menyelesaikan fitur “Ayo, Kita Renungkan” dan membaca “Info Tokoh”.

C. Penilaian dan Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi

1. Penilaian

Penilaian sikap untuk mengembangkan karakter dan keterampilan peserta didik dapat dilakukan selama pembelajaran berlangsung melalui berbagai aktivitas. Berkaitan dengan instrumen penilaian guru dapat merujuk pada Bagian Umum Bab 3 Penilaian Pembelajaran IPA. Penilaian kompetensi pengetahuan dapat dilihat pada kisi-kisi Pencapaian Kompetensi.

2. Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi

a. Kegiatan Peserta Didik

Kisi-kisi pencapaian kompetensi peserta didik melalui berbagai kegiatan yang telah dilakukan selama pembelajaran bab struktur dan fungsi tumbuhan dapat dilihat pada Tabel 3.8.

Tabel 3.8 Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi Melalui Kegiatan Peserta Didik pada Bab 3 Struktur dan Fungsi Tumbuhan

Fitur	Materi	Ranah Kognitif					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ayo, Kita Lakukan	Organ penyusun tumbuhan beserta fungsinya				✓		
	Uji amilum hasil fotosintesis		✓	✓			
	Struktur dan fungsi jaringan tumbuhan		✓	✓	✓		
	Struktur anatomi akar		✓	✓	✓		
	Struktur anatomi batang		✓	✓	✓		

Fitur	Materi	Ranah Kognitif					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ayo, Kita Diskusikan	Pengelompokan tumbuhan dikotil dan monokotil berdasarkan struktur daun			✓			
	Pertumbuhan batang tumbuhan monokotil (palem dan kelapa)			✓			
Ayo, Kita Cari Tahu	Bentuk dan fungsi modifikasi struktur akar		✓				
	Bentuk dan fungsi modifikasi struktur batang		✓				
	Faktor-faktor yang menyebabkan air dan mineral dapat naik dari bawah tanah menuju daun yang letaknya sangat tinggi					✓	
Ayo, Kita Pikirkan	Organ tempat terjadinya fotosintesis pada kaktus			✓			
Ayo, Kita Kerjakan Proyek	Teknologi yang terinspirasi dari struktur tumbuhan						✓

b. Uji Kompetensi

Kisi-kisi pencapaian kompetensi peserta didik melalui pengerjaan soal-soal pada uji kompetensi bab struktur dan fungsi tumbuhan dapat dilihat pada Tabel 3.9.

Tabel 3.9 Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi Melalui Pengerjaan Soal-soal pada Uji Kompetensi Bab 3 Struktur dan Fungsi Tumbuhan

Indikator Butir Soal	Ranah Kognitif & No Soal					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Mengidentifikasi jenis jaringan yang terdiferensiasi menjadi rambut/bulu akar		A1				
Menyebutkan hasil dari pertumbuhan sekunder	A2					
Menjelaskan perbedaan antara batang tanaman monokotil dan dikotil		A3		B1		
Menyebutkan nama dan fungsi jaringan penyusun daun	A4 A9					
Menyebutkan fungsi bulu akar	A5		B5			
Menjelaskan proses pengangkutan air tanah	A6					
Menyebutkan bahan dan hasil dari proses fotosintesis		A7		B4		
Menyebutkan nama dan fungsi jaringan penyusun batang tumbuhan		A8 A10				
Mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi fotosintesis				B2		
Menyebutkan jenis akar yang termodifikasi		B3				

D. Materi Pengayaan

Epidermis dan Turunannya

Jaringan epidermis merupakan jaringan yang pada umumnya tersusun atas sel-sel yang rapat yang membentuk seperti bangunan padat tanpa ruang antar sel, meskipun pada beberapa tumbuhan terdapat ruang antar sel. Sel-sel epidermis ditutup oleh kutikula. Dalam perkembangannya sel-sel epidermis membentuk struktur khusus (turunan epidermis) seperti stomata dan trikoma (sel epidermis yang mengalami tonjolan). Contoh struktur jaringan epidermis yang dapat menunjang fungsi fisiologis tanaman:

a. Pada jaringan epidermis Gramineae (rumput-rumputan seperti: padi, sereh) dan monokotil kecuali Helobie. Jaringan epidermis pada tumbuhan tersebut memiliki tipe sel epidermis yang khas, yaitu sel buliform atau sel kipas, yaitu sel yang lebih besar, berdinding tipis, dan bervakuola. Vakuola pada sel kipas terutama berisi air dengan sedikit atau tanpa klorofil. Adanya sel kipas tersebut membantu penyimpanan air sehingga Gramineae dapat bertahan hidup pada musim kering. Selain itu adanya sel kipas ini dapat menyebabkan daun pada Gramineae mengalami gerak menggulung secara higroskopis ketika siang hari (kondisi lingkungan panas).

b. Velamen, yaitu jaringan penyerap khusus pada akar udara anggrek, merupakan epidermis berlapis. Sel-sel lapis terdalam pada epidermis berlapis daun biasanya berfungsi sebagai jaringan penyimpan air.

c. Stomata berperan dalam mengatur proses pertukaran udara antara bagian dalam tubuh tumbuhan dengan lingkungan (berperan dalam mengatur dua proses penting yaitu fotosintesis dan transpirasi). Stomata terdapat pada bagian tumbuhan yang berhubungan dengan udara terutama daun. Stomata tidak ditemukan pada di akar. Letak stomata pada tumbuhan berperan dalam menunjang proses fisiologis tumbuhan sesuai dengan kebutuhan dan habitatnya. Contoh:
   - Pada daun banyak tumbuhan herba, stomata terdapat pada permukaan atas dan bawah, tetapi umumnya lebih banyak terdapat pada permukaan bawah. Daun dengan letak stomata di permukaan atas dan bawah disebut amfistomatik.
   - Pada daun beberapa jenis pohon, stomata hanya terdapat pada permukaan bawah daun sehingga daun tersebut disebut hipostomatik.
   - Tumbuhan yang hidup di air dengan daun mengapung, misalnya teratai, stomata hanya terdapat pada permukaan atas sehingga daun disebut epistomatik.
   - Pada umumnya tumbuhan air yang terendam dalam air tidak memiliki stomata dan difusi gas terjadi antara air dan jaringan tumbuhan melalui kutikula yang tipis.

d. Trikoma adalah turunan epidermis yang memiliki bentuk, struktur, dan fungsi yang beragam. Trikoma berfungsi sebagai pelindung terhadap gangguan luar, mengurangi penguapan. Contoh; rambut pada kepala putik berupa trikoma glanduler yang dapat mengeluarkan zat perekat sehingga membantu penyerbukan. Trikoma pada akar yang disebut rambut akar berfungsi untuk menyerap air dan garam-garam mineral dari dalam tanah. Trikoma secara umum dibedakan menjadi dua golongan yaitu trikoma non glanduler dan trikoma glanduler. Trikoma non glanduler adalah trikoma yang tidak menghasilkan sekret, contoh trikoma berbentuk sisik yang ditemukan pada daun durian. Sedangkan trikoma glanduler, adalah trikoma yang mengeluarkan sekret seperti larutan garam, larutan gula, terpentin. Trikoma yang mengeluarkan sekret disebut kelenjar.

E. Interaksi dengan Orangtua

Sesuai dengan materi yang ada pada Buku Siswa, beberapa hal yang perlu ada interaksi dengan orang tua, yaitu untuk membantu peserta didik untuk menyediakan alat dan bahan untuk menyelesaikan proyek tentang Merancang Teknologi yang Terinspirasi dari Struktur Tumbuhan. Selain membantu menyediakan alat dan bahan, diharapkan orang tua juga memberikan dukungan kepada peserta didik. Dengan seperti ini diharapkan peserta didik dapat menyelesaikan proyeknya dengan baik sehingga hasilnya juga baik.

F. Kunci Jawaban Uji Kompetensi

1. Pilihan Ganda

1. B
2. D
3. D
4. A
5. D
6. A
7. A
8. C
9. C
10. B

2. Uraian

1. Berikut perbedaan morfologi batang kacang tanah dan jagung.
   a. Morfologi batang kacang tanah, yaitu batang berkayu dan bercabang, memiliki kambium, susunan xilem dan floem teratur dalam lingkaran. Morfologi batang jagung, yaitu batang tidak berkayu dan tidak bercabang, tidak memiliki kambium, susunan xilem dan floem tidak beraturan tersebar.
   b. Kacang tanah tanaman dikotil dan jagung tanaman monokotil.
2. Intensitas cahaya, matahari, dan karbon dioksida.
3. Akar penyimpan contoh pada singkong, wortel, akar isap pada anggrek, dan akar tunjang pada tanaman bakau.
4. Berdasarkan data pengamatan didapat:
   a. Pada praktikum, daun yang ditutup tidak mendapatkan cahaya matahari sehingga tidak terjadi fotosintesis pada daun itu, akibatnya pada saat ditetesi dengan larutan yodium daun tidak berubah warna karena tidak dihasilkan karbohidrat pada daun itu. Fotosintesis memerlukan karbon dioksida, air dan cahaya matahari untuk mengubah menjadi oksigen dan karbon dioksida. Berbeda dengan daun yang dibuka, setelah ditetesi yodium warna berubah menjadi biru kehitaman menandakan terdapat karbohidrat pada daun. Proses fotosintesis pada daun tersebut.
   b. Fungsi dari perendaman pada air yang mendidih adalah untuk membunuh kuman-kuman yang ada pada daun dan mematikan sel-sel pada tumbuhan.
   c. Fungsi dari alkohol adalah untuk melarutkan klorofil yang ada pada daun.
5. a. Air akan diserap oleh akar dengan cara difusi melalui rambut- rambut akar menuju korteks, melewati pita kaspari, dan memasuki xilem akar. Kemudian air bergerak menuju xilem batang dan selanjutnya menuju xilem daun. Dari xilem daun air akan berosmosis masuk ke dalam sel parenkim palisade dan sel sponsa untuk keperluan fotosintesis.
   b. Rambut akar, korteks akar, xilem.

G. Tugas Proyek

Tugas proyek ini dapat dilaksanakan oleh peserta didik selama ± dua minggu. Pada minggu pertama, peserta didik melakukan observasi terhadap tumbuhan-tumbuhan yang ada di lingkungan sekitarnya. Selain itu, peserta didik juga menentukan jenis teknologi apa yang akan dirancang yang terinspirasi dari struktur tumbuhan. Kemudian, pada minggu kedua, peserta didik menyusun poster. Apabila poster sudah selesai, peserta didik diminta untuk mempresentasikan poster yang telah diselesaikan di depan kelas.

Tugas proyek ini agar tidak terlalu memberatkan peserta didik, sebaiknya diselesaikan secara berkelompok dengan jumlah anggota setiap kelompok 3-4 anak. Selama pelaksanaan tugas proyek ini, peserta didik diharuskan untuk selalu melakukan konsultasi dengan guru. Berkaitan dengan cara penilaian proyek ini, guru dapat merujuk cara penilaian yang terdapat pada bagian umum dengan disesuaikan tugas peserta didik.

4 Petunjuk Pembelajaran: Sistem Pencernaan Manusia

Sumber: Suaramerdeka.com

A. Pengantar

Bab 4 pada buku ini memuat materi sistem pencernaan manusia. Pada bab ini terdiri atas 4 bagian, yaitu nutrisi, struktur dan fungsi sistem pencernaan manusia, gangguan pada sistem pencernaan, serta upaya menjaga kesehatan sistem pencernaan. Pada bagian pertama peserta didik mempelajari nutrisi, kebutuhan energi, jenis nutrisi dan fungsi setiap jenis nutrisi bagi tubuh. Pada bagian kedua peserta didik mempelajari struktur dan fungsi sistem pencernaan manusia di antaranya adalah saluran pencernaan utama dan tambahan, pencernaan mekanis dan pencernaan kimiawi serta enzim-enzim yang berperan dalam pencernaan. Pada bagian ketiga, peserta didik akan mempelajari berbagai gangguan pada sistem pencernaan serta upaya untuk mencegah atau menanggulanginya. Seluruh materi pada bab ini diajarkan melalui kegiatan diskusi, pemecahan masalah, penyelidikan, menganalisis data, dan mencari informasi melalui lingkungan sekitar, media massa, ataupun media elektronik. Setelah mempelajari seluruh bagian yang terdapat pada Bab 4, peserta didik mendapatkan tugas untuk menyelesaikan proyek. Proyek yang akan dikerjakan oleh peserta didik adalah membuat laporan kegiatan penyelidikan tentang obat yang mengandung antasida yang dapat menetralisir asam lambung. Apabila peserta didik telah selesai menyusun laporan, peserta didik diminta untuk mempresentasikan hasilnya di depan kelas.

1. Kompetensi Dasar

3.5 Menganalisis sistem pencernaan pada manusia dan memahami gangguan yang berhubungan dengan sistem pencernaan, serta upaya menjaga kesehatan sistem pencernaan

4.5 Menyajikan hasil penyelidikan tentang pencernaan mekanis dan kimiawi

2. Indikator Pencapaian Kompetensi

Pada kegiatan pembelajaran di kelas, guru dapat mengembangkan sendiri indikator pencapaian kompetensi disesuaikan dengan kondisi peserta didik masing-masing. Berikut ini dipaparkan contoh indikator pencapaian kompetensi yang dapat dijabarkan dari KD 3.5 dan KD 4.5.

3.5.1 Mengidentifikasi jenis-jenis bahan makanan serta kandungan bahan makanan dalam kehidupan sehari-hari melalui uji bahan makanan

3.5.2 Menjelaskan fungsi dari bahan makanan

3.5.3 Menganalisis kebutuhan energi sehari-hari

3.5.4 Menyebutkan organ-organ dalam sistem pencernaan manusia

3.5.5 Menjelaskan keterkaitan struktur organ pencernaan dan fungsinya

3.5.6 Menjelaskan proses pencernaan dalam tubuh manusia

4.5.1 Menyelidiki kandungan nutrisi pada makanan

4.5.2 Menyelidiki kandungan vitamin C pada berbagai jenis buah
4.5.3 Membuat model saluran pencernaan makanan
4.5.4 Menyelidiki terjadinya proses pencernaan mekanis dan kimiawi
4.5.5 Membuat model penyerapan di usus halus

3. Alokasi Waktu

Pembelajaran dan penilaian Bab 4 tentang sistem pencernaan makanan memerlukan waktu 15 jam atau 6 kali tatap muka (TM) (dengan asumsi 5 JP/minggu diorganisasikan menjadi dua kali TM, yakni 3 JP dan 2 JP). Pengorganisasian 6 TM tersebut adalah sebagai berikut.

Tabel 4.1 Penjabaran Materi Pembelajaran Tiap Pertemuan pada Bab 4

Pertemuan Ke	Materi
1	Nutrisi ▪ Kebutuhan energi sehari-hari ▪ Jenis-jenis nutrisi
2	Nutrisi ▪ Jenis-jenis nutrisi
3	Struktur dan fungsi sistem pencernaan manusia ▪ Organ pencernaan utama sistem pencernaan manusia ▪ Organ pencernaan tambahan
4	Struktur dan fungsi sistem pencernaan manusia ▪ Organ pencernaan tambahan ▪ Pencernaan mekanis dan kimiawi
5	Gangguan pada sistem pencernaan dan upaya untuk mencegah atau menanggulanginya ▪ Macam-macam gangguan pada sistem pencernaan
6	▪ Ulangan harian

4. Materi Esensial

a. Terdapat enam jenis nutrisi dalam makanan yaitu karbohidrat, lemak, protein, vitamin, mineral, dan air. Karbohidrat, lemak, dan protein dibutuhkan dalam jumlah yang banyak, sedangkan vitamin dan mineral dibutuhkan tubuh dalam jumlah yang sedikit.

b. Karbohidrat, ada tiga jenis yaitu gula, pati, dan serat. Gula disebut karbohidrat sederhana ditemukan pada buah-buahan, madu, dan susu. Dua jenis karbohidrat lainnya, yaitu pati dan serat disebut karbohidrat kompleks. Pati ditemukan dalam kentang dan makanan yang terbuat dari biji-bijian. Serat, seperti selulosa, ditemukan di dinding sel-sel tumbuhan. Makanan seperti roti gandum atau sereal, kacang-kacangan, kacang polong, dan sayuran dan buah-buahan lainnya merupakan sumber serat yang baik. Serat tidak dapat dicerna oleh saluran pencernaan makanan manusia, sehingga dikeluarkan sebagai feses. Dengan demikian, serat bukan merupakan sumber energi bagi tubuh manusia. Fungsi karbohidrat sebagai sumber energi.

c. Berdasarkan struktur kimianya, dikenal lemak jenuh dan lemak tak jenuh. Lemak tak jenuh biasanya cair pada suhu kamar. Minyak nabati serta lemak yang ditemukan dalam biji adalah lemak tak jenuh. Lemak jenuh biasanya padat pada suhu kamar, ditemukan dalam daging, susu, keju, minyak kelapa, dan minyak kelapa sawit. Lemak adalah unit penyimpanan yang baik untuk energi. Kelebihan energi dari makanan yang kita makan diubah menjadi lemak dan disimpan untuk digunakan kemudian.

d. Protein yang kita makan dapat berasal dari hewan (protein hewani) dan dari tumbuhan (protein nabati). Bahan makanan yang mengandung protein hewani antara lain daging, ikan, telur, susu, dan keju. Bahan makanan yang mengandung protein nabati adalah kacang kedelai, kacang hijau, dan kacang-kacangan lainnya. Kacang kedelai sebagai bahan baku tempe dan tahu merupakan salah satu sumber protein terbaik. Protein dibutuhkan sebagai penghasil energi, untuk pertumbuhan dan mengganti sel-sel tubuh kita yang rusak, pembuat enzim dan hormon, dan pembentuk antibodi.

e. Vitamin dibutuhkan dalam jumlah sedikit namun harus ada, karena diperlukan untuk mengatur fungsi tubuh dan mencegah beberapa penyakit. Vitamin dikelompokkan menjadi dua, yaitu vitamin yang larut dalam air (vitamin B dan C) dan vitamin yang larut dalam lemak (vitamin A, D, E, dan K).

f. Tubuh memerlukan sekitar 14 jenis mineral, di antaranya kalsium, pospor, potasiun, sodium, besi, yodium, dan seng. Mineral yaitu nutrisi yang sedikit mengandung atom karbon. Mineral berfungsi dalam proses pembangunan sel, membantu reaksi kimia tubuh, mengangkut oksigen ke seluruh tubuh, dan pembentukan dan pemeliharaan tulang. Air adalah faktor yang paling penting untuk kelangsungan hidup. Sel tubuh makhluk hidup sekitar 60-80 % terdiri atas air. Air dibutuhkan oleh tubuh, yaitu sebagai pembentuk sel dan cairan tubuh, pengatur

suhu tubuh, pelarut zat-zat gizi lain dan pembantu proses pencernaan makanan, pelumas dan bantalan, media transportasi, media pengeluaran sisa metabolisme.

g. Organ pencernaan makanan dibedakan menjadi organ utama dan organ tambahan. Organ utama berupa saluran pencernaan yang dimulai dari mulut, kerongkongan, lambung, usus kecil, usus besar, rektum, dan berakhir di anus. Organ tambahan berupa kelenjar pencernaan makanan. Kelenjar ini berperan membantu dalam mencerna makanan. Kelenjar pencernaan dalam proses pencernaan berfungsi menghasilkan enzim-enzim yang digunakan dalam membantu pencernaan makanan secara kimiawi.

h. Di dalam rongga mulut, terdapat gigi, lidah, dan kelenjar air liur (saliva). Air liur mengandung mukosa (lendir), senyawa anti bakteri dan enzim amilase. Pencernaan makanan di rongga mulut terjadi secara mekanis dan kimiawi.

i. Faring adalah saluran yang memanjang dari bagian belakang rongga mulut sampai ke permukaan kerongkongan (esofagus).

j. Di dalam lambung terjadi pencernaan mekanis dan kimia. Secara mekanis otot lambung berkontraksi mengaduk-aduk bolus. Secara kimiawi bolus tercampur dengan getah lambung. Getah lambung mengandung, HCl, enzim pepsin, dan renin.

k. Usus halus terdiri atas tiga bagian yaitu, usus dua belas jari (duodenum), usus tengah (jejunum), dan usus penyerapan (ileum). Pada duodenum terdapat saluran yang terhubung dengan kantung empedu dan pankreas. Cairan pankreas mengandung enzim lipase, amilase, tripsin. Lipase akan bekerja mencerna lemak, amilase akan mencerna amilum, dan tripsin yang mengubah protein menjadi polipeptida. Sementara itu cairan empedu juga bekerja pada kimus dengan cara mengemulsikan lemak yakni mengubah lemak jadi larut dengan air. Pankreas juga menghasilkan hormon insulin yang berfungsi menurunkan kadar gula darah.

l. Usus besar atau kolon memiliki panjang ± 1 meter dan terdiri atas kolon ascendens, kolon transversum, dan kolon decendens dan berakhir pada anus. Di antara usus halus dan usus besar terdapat sekum (usus buntu). Bahan makanan yang sampai pada usus besar dapat dikatakan sebagai zat-zat sisa. Usus besar berfungsi mengatur kadar air pada sisa makanan. Bila kadar air pada sisa makanan terlalu banyak, maka dinding usus besar akan menyerap kelebihan air tersebut. Sebaliknya bila sisa makanan kekurangan air, maka dinding usus besar akan mengeluarkan air dan mengirimnya ke sisa makanan. Di dalam usus

besar terdapat banyak sekali bakteri *Escherichia coli* yang membantu membusukkan sisa-sisa makanan tersebut. Bakteri *Escherichia coli* mampu membentuk vitamin K dan B12. Sisa makanan yang tidak terpakai oleh tubuh beserta gas-gas yang berbau disebut tinja (feses) dan dikeluarkan melalui anus.

B. Kegiatan Pembelajaran

Pada pembelajaran bab 4 tentang materi sistem pencernaan manusia guru dapat menerapkan pembelajaran model pembelajaran *Jigsaw*, *Group Investigation* (GI), *Discovery Learning*, *Creative Problem Solving* (CPS), *Problem Based Learning* (PBL), *Project Based Learning* (PjBL), inkuiri, *learning cycle*, dan model pembelajaran lainnya yang prosesnya berbasis *scientific approach*.

Pertemuan 1, Materi: Nutrisi

a. Guru mengawali kegiatan pembelajaran dengan mengajak peserta didik untuk bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena telah memberi negara kita Sumber Daya Alam yang melimpah. Indonesia merupakan negara agraris yang sangat subur, berbagai jenis tumbuhan sebagai penyedia makanan pokok bagi manusia dapat dengan mudah ditemukan.

b. Peserta didik diingatkan kembali tentang salah satu ciri makhluk hidup adalah membutuhkan nutrisi, manusia membutuhkan energi yang diperoleh makanan yang dimakan.

c. Guru menginformasikan kepada peserta didik tujuan pembelajaran yang tertera pada fitur “Ayo, Kita Pelajari”. Peserta didik juga dapat membaca nilai atau manfaat mempelajari materi yang akan dipelajari pada fitur “Mengapa Penting?”.

d. Peserta didik mempelajari materi tentang nutrisi dengan melakukan Aktivitas 4.1 yaitu mengidentifikasi bahan makanan pada produk kemasan. Tujuan kegiatan ini yaitu agar peserta didik mulai menyadari kebutuhan gizi tubuh yang diperoleh dari asupan makanan yang dikonsumsi. Pada pertemuan sebelumnya guru dapat memberikan informasi kepada peserta didik untuk membawa makanan kemasan seperti mie instan, *snack* untuk Aktivitas 4.1 dan bahan-bahan makanan yang dibutuhkan untuk Aktivitas 4. 2 Mengidentifikasi Bahan Makanan yang Mengandung Lemak.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 4.1 Mengidentifikasi Bahan Makanan pada Produk Kemasan

Alternatif Hasil Identifikasi:

Tabel 4.2 Hasil Identifikasi Bahan Makanan pada Produk Kemasan

Nama Produk	Nama Bahan Utama Penyusun Produk yang Tertera pada Kemasan	Kandungan Zat Makanan
Mi instan	Tepung, telur, minyak	Karbohidrat, protein, lemak
Biskuit	Tepung terigu, gula, lemak nabati, telur, pati jagung	Karbohidrat, protein, lemak

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Makanan-makan instan tersebut belum dapat memenuhi gizi harian kita, makanan yang mengenyangkan belum tentu memenuhi gizi harian. Seperti mie instan yang memiliki kandungan utama karbohidrat, mengonsumsi mie instan belum dapat memenuhi gizi tubuh kita karena beberapa zat penting lainnya seperti protein, vitamin dan mineral belum tercukupi.
2. Caranya dengan mengonsumsi makanan yang mengandung karbohidrat, protein, lemak, vitamin, dan mineral, seperti buah, sayur, daging, dan susu yang mengandung nutrisi seimbang dan dapat memenuhi kebutuhan nutrisi tubuh.

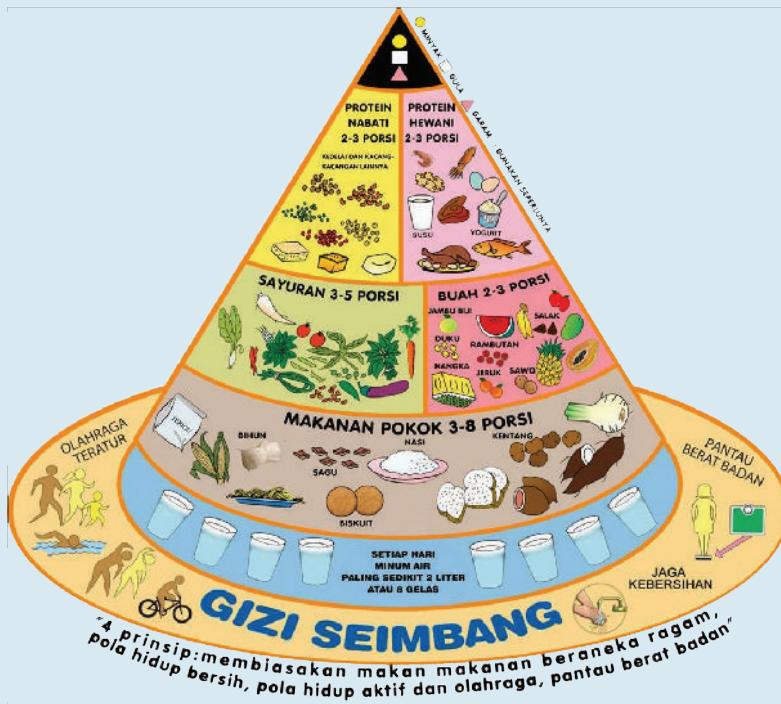
Alternatif Jawaban Kesimpulan:

Kandungan nutrisi yang terdapat dalam makanan instan belum dapat memenuhi kebutuhan nutrisi harian. Sehingga, kita perlu mengonsumsi berbagai jenis sayuran, daging, buah, dan susu.

e. Peserta didik dapat bertanya hal-hal yang berkaitan dengan kegiatan identifikasi bahan makanan dalam produk kemasan.

f. Setelah melakukan Aktivitas 4.1 peserta didik dibimbing untuk menjawab pertanyaan pada fitur “Ayo, Kita Cari Tahu”. Agar peserta didik lebih memahami prinsip gizi seimbang.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Cari Tahu

Gizi seimbang adalah susunan makanan sehari-hari yang mengandung zat gizi dalam jenis dan jumlah yang sesuai dengan kebutuhan tubuh dengan memerhatikan prinsip keanekaragaman atau variasi makanan, aktivitas fisik, kebersihan, dan berat badan (BB) ideal. Makanan yang kita konsumsi harus mengandung karbohidrat, protein, lemak, air, vitamin, dan mineral yang cukup. Kebutuhan gizi setiap orang memang berbeda-beda, namun secara umum, tubuh membutuhkan asupan gizi seimbang seperti yang tertera pada "tumpeng gizi seimbang" berikut ini.

Sumber: himagizi.lk.ipb.ac.id

Gambar 4.1 Tumpeng Gizi Seimbang

g. Peserta didik dibimbing untuk mengaitkan konsep makanan dengan gizi seimbang dengan kebutuhan energi tubuh. Tubuh memperoleh energi dari makanan yang dimakan, gizi yang seimbang harus sesuai dengan kebutuhan tubuh. Masing-masing orang membutuhkan jumlah energi yang sesuai dengan aktivitas fisiknya, umur, jenis kelamin, dan berat badan.

h. Peserta didik menghitung kebutuhan energi setiap orang dengan melakukan kegiatan pada fitur “Ayo, Kita diskusikan”.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

Contoh:

1) Berat badan 35 kg. Untuk menjaga berat badan konstan, kalori yang dibutuhkan sebesar: 35 kg × 30 kalori/hari = 1050 kalori setiap hari
2) Jika ingin meningkatkan 1 kg berat badan (7000 kalori) selama 7 hari, maka kamu harus meningkatkan kalori yang masuk dalam tubuh sekitar: (7000 kalori)/(7 hari) = 1000 kalori setiap hari.
3) Jika ingin menurunkan 1 kg berat badan (7000 kalori) selama 7 hari, maka kamu harus mengurangi kalori yang masuk dalam tubuh sekitar: (7000 kalori)/(7 hari) = 1000 kalori setiap hari.
4) Beberapa kegiatan yang dapat dilakukan untuk menurunkan berat badan dengan membakar 1000 kalori setiap hari di antaranya adalah berlari (*joging*), memperbanyak jalan kaki, mengurangi makanan manis (makanan penutup), mengurangi porsi nasi yang dimakan.

i. Peserta didik diberi tugas untuk mengerjakan fitur “Ayo, Kita Selesaikan” sebagai kegiatan tambahan untuk memperdalam pemahaman peserta didik tentang bagaimana menghitung kebutuhan energi.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

1. Dhayu seorang olahragawan yang berusia 19 tahun. Pada hari itu Dhayu sudah makan dengan asupan energi sebesar 1.700 kkal. Kebutuhan energi setiap hari 2.400 kkal. Jadi, kekurangan asupan energi pada hari itu:
   2.400 kkal – 1.700 kkal = 700 kkal

Karena Dhayu tidak ingin kurang 500 kkal atau lebih dari 500 kkal, maka rentang kalori yang dibutuhkan yaitu:

- Kalori minimal: 700 kkal - 500 kkal= 200 kkal
- Kalori maksimal: 700 kkal + 500 kkal= 1.200 kkal

Dengan demikian Dhayu dapat memilih makanan dengan kalori minimal 200 kkal dan kalori maksimal 1.200 kkal, misalnya:

Menu		Jumlah	Jumlah Energi (Kkal)
Sayur	Sup tomat	1 mangkuk	110
Lauk Pauk	Ayam goreng	1 potong	307
Buah	Apel	1 buah	116
Nasi	Nasi putih	1 mangkuk	400
Minuman	Teh	1 gelas	80
Total			1.183

2. Jumlah asupan energi bapak Badu sebagai guru dengan usia 45 tahun adalah 2400-2600 kkal.

Alternatif menu makan pagi:

Menu		Jumlah	Jumlah Energi (Kkal)
Sayur	Sup Jamur	1 mangkuk	83
Lauk Pauk	Ikan tuna goreng	1 potong	165
Nasi	Nasi putih	1 mangkuk	400
Minuman	Teh	1 gelas	80
Kue	Pisang goreng	1 potong	170
Total			898

Alternatif menu makan siang:

Menu		Jumlah	Jumlah Energi (Kkal)
Sayur	Sayur bayam	1 mangkuk	100
Lauk Pauk	Telor goreng	1 buah	102
Buah	Jeruk	1 buah	62
Nasi	Nasi putih	1 mangkuk	400
Minuman	Teh	1 gelas	80
Total			744

Alternatif menu makan malam:

Menu		Jumlah	Jumlah Energi (Kkal)
Buah	Apel	1 buah	116
Nasi	Nasi goreng	1 mangkuk	630

Menu		Jumlah	Jumlah Energi (Kkal)
Minuman	Susu	1 gelas	150
Total			896

Total kalori makan pagi + makan siang + makan malam = 898 + 744 + 896 = 2.538 kkal.

j. Pembelajaran dilanjutkan dengan membahas 6 jenis nutrisi yaitu karbohidrat, lemak, protein, vitamin,mineral, dan air. Materi tersebut dapat diajarkan dengan menggunakan metode diskusi ataupun dengan metode lainnya yang menurut guru sesuai dan memudahkan peserta didik untuk memahami materi ini. Peserta didik dibimbing untuk memahami makanan yang menjadi sumber karbohidrat, lemak, protein, vitamin, dan mineral serta fungsi atau peran dari keenam nutrisi dalam tubuh.

k. Peserta didik melakukan Aktivitas 4.2 yaitu mengidentifikasi bahan makanan yang mengandung lemak.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 4.2 Mengidentifikasi Bahan Makanan yang Mengandung Lemak

Alternatif Hasil Identifikasi:

Tabel 4.3 Hasil Identifikasi Bahan Makanan yang Mengandung Lemak

Bahan Makanan	Uji Transparansi	
	Transparan	Tidak Transparan
Minyak	✓	-
Tauge	-	✓
Tempe	-	✓
Sawi	-	✓
Jambu biji	-	✓
Apel	-	✓
Nasi	-	✓
Tahu	-	✓

Bahan Makanan	Uji Transparansi	
	Transparan	Tidak Transparan
Daging ayam	✓	-
Putih telur	✓	-

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Makanan yang mengandung minyak adalah minyak, daging ayam, putih telur.
2. Bukti makanan tersebut mengandung lemak adalah ketika diberikan pada kertas, kertas akan tampak transparan. Bekas lemak tidak akan hilang meskipun kertas telah mengering.

l. Peserta didik bersama guru menarik kesimpulan tentang nutrisi yang dibutuhkan oleh tubuh manusia dan kandungan nutrisi bahan makanan.

Alternatif Jawaban Kesimpulan:

- Tubuh memperoleh energi dari makanan yang dimakan, gizi yang seimbang harus sesuai dengan kebutuhan tubuh. Masing-masing orang membutuhkan jumlah energi yang sesuai dengan aktivitas fisiknya, umur, jenis kelamin, dan berat badan. Kebutuhan energi tubuh dapat dihitung dengan rumus Angka Kebutuhan Kalori sesuai dengan berat badan.
- Enam nutrisi bahan makanan yang dibutuhkan oleh tubuh adalah: karbohidrat, protein, lemak, vitamin, mineral, dan air. Pada pertemuan ini jenis nutrisi yang dibahas adalah nutrisi yang dibutuhkan tubuh dalam jumlah banyak yaitu karbohidrat, protein, dan lemak.

m. Peserta didik dibimbing untuk mengerjakan secara individu kegiatan pada fitur “Ayo, Kita Selesaikan” tentang camilan sehat.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

1. Makanan yang kandungan lemaknya paling tinggi yaitu “camilan renyah” dengan kandungan lemak 42 g, sedangkan makanan yang paling sedikit kandungan lemaknya adalah kue dari tepung dengan kandungan lemak 1 g.
2. Camilan yang sering kita makan banyak yang tidak memenuhi kandungan gizi yang diperlukan oleh tubuh. Makanan renyah mempunyai kandungan minyak yang tinggi. Solusi agar camilan

renyah menjadi lebih sehat yaitu digoreng dengan alat *vaccum fryer*. Dengan alat *vaccum fryer* makanan akan digoreng dalam ruang hampa udara untuk mengurangi kandungan lemaknya.

n. Guru menugaskan peserta didik untuk membawa bahan-bahan untuk uji makanan dan uji vitamin C. Guru dapat membagi peserta didik menjadi kelompok-kelompok agar memudahkan pembagian tugas.

Pertemuan 2, Materi: Nutrisi

a. Guru mengawali pembelajaran dengan mengaitkan kegiatan praktikum hari ini dengan materi pada pertemuan sebelumnya tentang enam jenis nutrisi dan sumber-sumber makanannya.

b. Peserta didik melakukan penyelidikan tentang kandungan nutrisi dalam makanan dengan melakukan Aktivitas 4.3. Pada saat melakukan uji nutrisi, guru perlu mengingatkan peserta didik untuk berhati-hati ketika menuangkan reagen dan pada saat bekerja menggunakan pembakar spiritus. Bila perlu dapat menggunakan sarung tangan.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 4.3 Uji Bahan Makanan

Alternatif Hasil Identifikasi:

Tabel 4.4 Hasil Identifikasi Nutrisi Makanan

No	Nama Bahan Makanan	Reagen		
		Biuret	Benedik	Lugol (KI)
1	Susu	Ungu	Putih	Putih
2	Tahu	Ungu	Biru jernih	Putih
3	Ubi	Biru	Merah bata	Biru kehitaman
4	Putih telur	Ungu	Biru jernih	Putih
5	Nasi	Biru	Merah bata	Biru kehitaman

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Makanan yang mengandung karbohidrat adalah ubi dan nasi. Bukti bahwa ubi dan nasi mengandung karbohidrat adalah ketika ditetesi lugol terjadi perubahan biru kehitaman dan ungu.
2. Makanan yang mengandung gula adalah ubi, telur, dan nasi, buktinya terjadi perubahan warna setelah diberi larutan Benedict dan dipanaskan menjadi biru kehijauan
3. Makanan yang mengandung protein adalah susu, tahu, ubi, dan telur, buktinya ketika diberi larutan Biuret terjadi perubahan warna menjadi ungu.

c. Peserta didik diminta untuk menjelaskan macam-macam vitamin dan mineral yang penting bagi tubuh beserta sumber makanannya. Selanjutnya, peserta didik dibimbing untuk melakukan Aktivitas 4.4 yaitu menguji kandungan vitamin C pada buah. Pada kegiatan ini setiap kelompok dapat membawa jenis buah-buahan yang berbeda-beda tidak harus sama seperti yang disarankan dalam Buku Siswa. Peserta didik bebas menentukan buah apa yang ingin diselidiki kandungan vitamin C nya. Pada saat melakukan Aktivitas 4.4, guru juga perlu mengingatkan untuk bekerja secara hati-hati ketika menggunakan yodium karena dapat menodai kulit dan pakaian.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 4.4 Uji Kandungan Vitamin C pada Buah

Alternatif Jawaban:

Tabel 4.5 Hasil Uji Kandungan Vitamin C pada Buah

Nama Buah	Tetes Iodin Dibutuhkan untuk Mengubah Warna	Kadar Vit. C (mg/10 g)
Tomat	++	49,28
Jambu biji	+++	70,2
Jeruk	++	49
Mangga	+	39,6

Konsep: semakin tinggi kadar vitamin C pada buah maka semakin banyak jumlah tetes iodin yang dibutuhkan untuk mengubah warna.

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Berdasarkan percobaan, di antara keempat jenis buah, yang paling banyak mengandung vitamin C adalah jambu biji
2. Hal yang dapat disarankan pada penderita sariawan yang tidak suka mengonsumsi buah yang asam maka dapat mengonsumsi buah yang tidak asam seperti jambu biji, karena mengandung cukup banyak vitamin C.

d. Setelah melakukan kegiatan uji makanan peserta didik diarahkan untuk mempelajari pentingnya mineral bagi tubuh. Peserta didik dapat melihat Tabel 4.10 pada Buku Siswa tentang berbagai mineral yang dibutuhkan tubuh. Pada tabel tersebut tampak bahwa dalam makanan seperti telur yang kandungan utamanya protein sebenarnya di dalamnya juga terdapat kandungan mineral kalsium dan zat besi.

e. Peserta didik diarahkan untuk menyimpulkan konsep yang telah dipelajari berdasarkan kegiatan praktikum yang telah dilakukan, yaitu:

- Makanan kita sehari-hari tidak hanya mengandung satu jenis nutrisi, makanan dapat mengandung lebih dari satu jenis nutrisi contohnya ubi dan nasi yang mengandung karbohidrat, juga mengandung gula. Sedangkan makanan lain yang apabila diuji hanya menunjukkan satu jenis nutrisi yang terkandung di dalamnya berarti itulah kandungan utama makanan tersebut, seperti susu kandungan utamanya adalah protein.
- Setiap makanan memiliki kandungan zat utama seperti karbohidrat, lemak, dan protein, namun perlu diperhatikan juga makanan-makanan tersebut sebenarnya juga mengandung sumber nutrisi lain seperti vitamin dan mineral-mineral yang dibutuhkan tubuh. Misalnya telur kandungan nutrisi utamanya adalah protein, tetapi telur juga merupakan sumber kalsium, zat besi dan vitamin K, susu selain memiliki kandungan nutrisi utama protein juga merupakan sumber vitamin D.
- Buah yang mengandung vitamin C tidak harus buah yang memiliki rasa asam, vitamin C dapat juga terkandung pada buah yang tidak memiliki rasa asam seperti jambu biji.

f. Pada akhir pembelajaran, peserta didik diminta untuk mengerjakan kegiatan pada fitur "Ayo, Kita Selesaikan" dan membawa bahan-bahan yang dibutuhkan untuk kegiatan pada pertemuan selanjutnya yaitu kain katun atau flanel ukuran 25 × 25 cm dan kain handuk ukuran 25 × 25 cm dengan tebal yang sama dengan tebal handuk yang digunakan.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

a. Jawaban 'tidak'. Penjelasannya beberapa energi berasal dari karbohidrat atau protein atau karbohidrat + protein.

b. Dua jenis makanan yang disarankan untuk kompensasi vitamin C adalah buah dan sayur- sayuran.

Pertemuan 3, Materi: Struktur dan Fungsi Sistem Pencernaan Makanan pada Manusia

a. Guru dapat mengawali pembelajaran dengan mengaitkan tentang bagaimana nutrisi yang diperoleh dari makanan yang kita makan dapat diserap oleh tubuh sehingga dapat menghasilkan energi? Proses apa saja yang terjadi pada organ pencernaan makanan?

b. Guru menginformasikan kepada peserta didik tujuan pembelajaran yang tertera pada fitur "Ayo, Kita Pelajari". Peserta didik juga dapat membaca manfaat memahami materi yang akan dipelajari pada fitur "Mengapa Penting?".

c. Peserta didik dibimbing untuk mempelajari Buku Siswa bagian sistem pencernaan makanan dan mencermati gambar struktur organ pencernaan. Pada saat mempelajari struktur mulut, peserta didik diarahkan untuk mendiskusikan pertanyaan pada fitur "Ayo, Kita Pikirkan" dan "Ayo, Kita Diskusikan".

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Pikirkan!

Bagian mulut yang berperan dalam pencernaan secara mekanis adalah gigi dan lidah, dalam mulut makanan dikunyah dan dihancurkan oleh gigi, kemudian dicampur dengan bantuan lidah. Pencernaan kimia terjadi ketika reaksi kimia yang menguraikan molekul besar makanan menjadi molekul yang lebih kecil. Pencernaan kimiawi pada mulut dilakukan oleh enzim ptialin/amilase yang terkandung dalam air liur, enzim ptialin membantu mengubah amilum menjadi maltosa.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

Konsep tekanan: semakin kecil luas permukaan, semakin besar tekanan yang dihasilkan.

- Gigi seri memiliki luas permukaan yang kecil dan panjang, sehingga tekanannya besar dan cocok untuk memotong makanan.
- Gigi taring memiliki luas permukaan yang runcing sehingga tekanannya sangat besar dan cocok untuk mencabik makanan.
- Gigi geraham memiliki luas permukaan yang besar, sehingga tekanannya tidak sebesar tekanan yang dihasilkan gigi seri dan gigi taring. Gigi geraham cocok untuk melumatkan makanan.

d. Selanjutnya peserta didik berkelompok dan melakukan kegiatan pada fitur "Ayo, Kita Lakukan" yaitu membuat model penyerapan di usus halus.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 4.5 Membuat Model Penyerapan di Usus Halus

Alternatif Jawaban Diskusi:

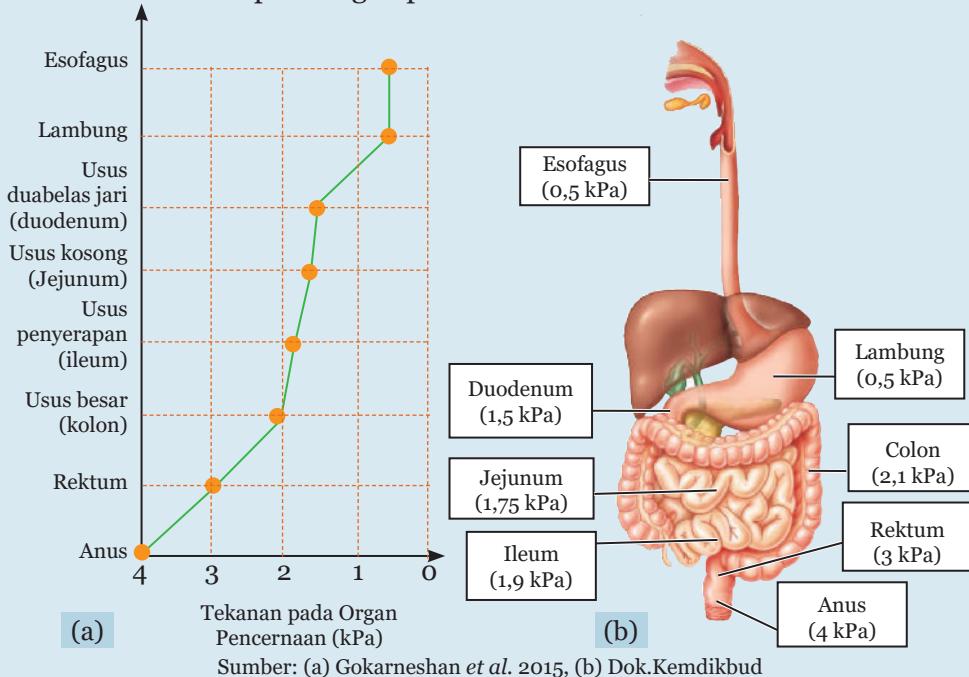
1. Kain yang menyerap air lebih banyak adalah handuk, karena pada handuk terdapat struktur seperti vili atau serabut sehingga dapat menyerap air lebih banyak dibandingkan kain flanel.
2. Kain handuk, permukaannya lebih luas dibanding kain flanel. Permukaan handuk yang kasar mirip dengan jonjot-jonjot usus halus, adanya jonjot-jonjot usus akan memperluas permukaan penyerapan sari-sari makanan.

e. Setelah melakukan Aktivitas 4.5 peserta didik diharapkan dapat menganalogikan struktur pada handuk dengan struktur usus halus yang memiliki vili. Struktur usus manusia berkelok-kelok, baik bagian luar maupun bagian dalam, yang berfungsi untuk memperluas bidang penyerapan. Semakin luas bidang permukaan bagian dalam usus, semakin banyak vili yang terdapat akan menyebabkan proses penyerapan yang terjadi juga akan semakin baik. Peserta didik dapat bertanya tentang hal-hal yang berkaitan dengan struktur usus halus.

f. Guru melanjutkan pembahasan tentang organ-organ pencernaan lainnya. Kemudian guru mengarahkan peserta didik untuk mendiskusikan proses fisika pada sistem pencernaan manusia pada fitur "Ayo, Kita Diskusikan".

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

- Besar tekanan pada organ pencernaan manusia

Sumber: (a) Gokarneshan *et al.* 2015, (b) Dok.Kemdikbud

Gambar 4.2 Tekanan pada Organ Pencernaan Manusia

g. Peserta didik dapat mencermati dan membaca materi tentang organ pencernaan tambahan. Peserta didik juga dapat menanyakan hal-hal yang belum dipahami. Guru dapat memberikan beberapa pertanyaan yang dapat menstimulasi keterampilan menanya peserta didik.

h. Peserta didik diminta untuk menyimpulkan materi pembelajaran hari ini. Guru juga dapat memberi tugas kepada peserta didik untuk membawa bahan-bahan untuk kegiatan praktikum selanjutnya tentang pencernaan kimiawi.

Pertemuan 4, Materi: Struktur dan Fungsi Sistem Pencernaan Makanan pada Manusia

a. Guru mengawali kegiatan pembelajaran dengan mengaitkan pembahasan tentang organ pencernaan tambahan dengan enzim-enzim yang dihasilkan. Selanjutnya peserta didik dapat diarahkan untuk memahami fungsi dan peran masing-masing enzim yang dihasilkan organ-organ pencernaan.

b. Peserta didik dibimbing untuk mengaitkan konsep nutrisi dengan apa yang terjadi dalam sistem pencernaan. Misalnya karbohidrat dari nasi yang kita makan akan mulai dicerna dalam mulut dengan bantuan enzim amilase, selanjutnya pencernaan kimiawi karbohidrat terjadi pada usus halus dengan bantuan enzim maltase yang mengubah maltosa menjadi glukosa. Glukosa inilah molekul sederhana yang diserap dalam usus dan diedarkan oleh darah.

c. Peserta didik dibimbing untuk memahami proses pencernaan protein dan lemak.

d. Peserta didik diarahkan untuk melakukan kegiatan praktikum pencernaan kimiawi melalui Aktivitas 4.6 tentang pencernaan kimiawi.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 4.6 Pencernaan Kimiawi

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Cekungan pelat tetes no 1 warnanya paling gelap, karena zat tepung belum diubah oleh amilase menjadi zat gula. Zat tepung bila ditetesi larutan yodium warnanya berubah menjadi biru gelap.
2. Cekungan pelat tetes no 8 warnanya paling terang, karena zat tepung sudah diubah menjadi zat gula oleh amilase.
3. Setelah 5 menit masukkan larutan kanji-amilase ke tabung reaksi, tetesi dengan larutan Benedict terjadi endapan merah bata. Benedict merupakan reagen untuk uji makanan yang mengandung zat gula. Bila bahan makanan mengandung zat gula ditetesi reagen Benedict akan timbul endapan warna merah bata.
4. Mengunyah makanan dalam mulut sangat membantu proses pencernaan kimiawi karbohidrat, dengan mengunyah makanan dengan benar selain akan menghancurkan makanan lebih halus juga akan mengubah karbohidrat menjadi maltosa sehingga pencernaan kimiawi pada organ pencernaan lainnya akan lebih sempurna.

e. Selanjutnya peserta didik diminta untuk mengerjakan fitur "Ayo, Kita Selesaikan" tentang organ pencernaan dan enzim yang dihasilkan.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

Organ yang berperan dalam proses pencernaan, nama enzim atau zat kimia yang dihasilkan, dan fungsinya dalam sistem pencernaan makanan

Tabel 4.6 Organ Pencernaan, Enzim dan Zat Kimia yang Dihasilkan, serta Fungsinya

Organ Tempat Pencernaan	Organ Penghasil Zat Kimia/ Enzim	Zat Kimia/ Enzim yang Dihasilkan	Fungsi
Mulut	Kelenjar saliva	Amilase	Memecah pati (amilum) menjadi maltosa
Lambung	Dinding lambung	Asam lambung (HCl)	Membunuh bakteri
		Enzim renin	Mengubah kaseinogen menjadi kasein
		Enzim pepsin	Mengubah protein menjadi proteosa, pepton dan polipeptida
Usus halus	Pankreas	Enzim karbohidrase pankreas	Mencerna amilum menjadi maltosa atau disakarida lainnya
		Enzim lipase pankreas	Mengubah emulsi lemak menjadi asam lemak dan gliserol
		Enzim tripsin	Mengubah protein menjadi polipeptida
		Enzim amilase pankreas	Mengubah amilum menjadi disakarida (maltosa)
	Dinding usus halus	Enzim Enterokinase	Mengubah tripsinogen menjadi tripsin yang digunakan dalam saluran pankreas

		Enzim maltase	Mengubah maltosa menjadi glukosa
		Enzim laktase	Mengubah laktosa menjadi glukosa dan galaktosa
		Enzim sukrase	Mengubah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa
		Enzim peptidase	Mengubah polipeptida menjadi asam amino
		Enzim lipase	Mengubah lemak menjadi asam lemak dan gliserol
	Hati	Empedu	Mengemulsikan lemak

f. Pada akhir pembelajaran peserta didik diminta untuk merumuskan kesimpulan tentang bagaimana pencernaan karbohidrat, protein, dan lemak dibantu oleh berbagai enzim yang dihasilkan oleh organ-organ pencernaan. Selain itu guru juga dapat menekankan pentingnya mengunyah makanan dengan benar berdasarkan kegiatan praktikum hari ini.

Pertemuan 5, Materi: Gangguan pada Sistem Pencernaan dan Upaya untuk mencegah atau Menanggulanginya

a. Peserta didik dapat mempelajari materi ini dengan metode diskusi atau pemecahan masalah. Peserta didik dapat dibentuk menjadi 6 kelompok. Setiap kelompok membahas masalah yang berbeda-beda misalnya kelompok 1 membahas gangguan pada gigi dan mulut; kelompok 2 membahas tentang kelainan pada lambung, kelompok 3 membahas kelainan pada hati dan empedu, kelompok 4 membahas kelainan pada usus halus dan usus besar, kelompok 5 membahas tentang kekurangan vitamin dan kelompok 6 membahas tentang defisiensi mineral.

b. Selama diskusi setiap kelompok diminta untuk melakukan kegiatan pada fitur "Ayo, Kita Cari Tahu" dengan berdiskusi untuk mencari upaya pencegahan dan penanggulangan beberapa kelainan yang terdapat pada organ pencernaan.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Cari Tahu

Periodontitis

Periodontitis merupakan peradangan pada jaringan periodontal yang menyelimuti gigi dan akar gigi sehingga menyebabkan kegoyahan gigi bahkan sampai kehilangan gigi. Periodontitis ini disebabkan oleh plak, yaitu lapisan tipis yang mengandung bakteri, produk bakteri, dan sisa makanan yang menempel pada permukaan gigi. Ketika terdapat plak pada gigi, bakteri dan produknya dapat menyebar ke bawah gusi sehingga menyebabkan peradangan.

Gejala periodontitis yaitu gusi bengkak dan berwarna merah atau keunguan, jika disentuh terasa lunak, mulut terasa tidak enak dan napas menjadi berbau, gusi menyusut sehingga ukuran gigi terlihat lebih tinggi dari biasanya, keluarnya nanah dari gusi, jarak antar satu gigi dan gigi lainnya terasa renggang, dan gigi tanggal. Periodontitis yang belum parah dapat diobati dengan antibiotik oral dan dilakukan pembersihan karang gigi. Apabila periodontitis sudah parah dan menyebabkan tulang-tulang di sekitar akar gigi rusak, maka perlu untuk dilakukan operasi. Pencegahan periodontitis dilakukan dengan cara menjaga kebersihan gigi agar terbebas dari infeksi bakteri. Oleh karena itu, setiap selesai makan atau paling tidak sehari dua kali yaitu waktu pagi hari dan malam hari jangan lupa untuk menggosok gigi.

c. Masing-masing peserta didik juga diminta untuk menuliskan satu hasil pencarian pada selembar kertas, kemudian dikumpulkan dengan pekerjaan seluruh kelas. Peserta didik dapat menyusun tip-tips menjaga kesehatan sistem pencernaan dan bagaimana pola makan yang sehat menjadi satu majalah dinding di kelas.

d. Pada akhir pembelajaran, guru dapat menyampaikan kepada peserta didik untuk menyelesaikan tugas proyek tentang menguji kerja obat antasida dalam menetralisir asam lambung. Guru dapat memberikan penjelasan terkait dengan perencanaan, pelaksanaan, dan penilaian proyek.

C. Penilaian dan Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi

1. Penilaian

Penilaian sikap untuk mengembangkan karakter peserta didik dan keterampilan dapat dilakukan selama pembelajaran berlangsung melalui berbagai aktivitas. Berkaitan dengan instrumen penilaian, guru dapat merujuk pada Bagian Umum Bab 3 Penilaian Pembelajaran IPA. Penilaian kompetensi pengetahuan dapat dilihat pada kisi-kisi pencapaian kompetensi.

2. Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi

a. Kegiatan Peserta Didik

Kisi-kisi pencapaian kompetensi peserta didik melalui berbagai kegiatan yang telah dilakukan selama pembelajaran bab sistem pencernaan manusia dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi melalui Kegiatan Peserta Didik pada Bab 4 Sistem Pencernaan Manusia

Fitur	Materi	Ranah Kognitif					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ayo, Kita Lakukan	Bahan makanan pada produk kemasan		✓	✓			
	Makanan yang mengandung lemak	✓		✓			
	Uji nutrisi makanan		✓		✓		
	Uji Kandungan Vitamin C pada buah				✓		
	Model penyerapan usus halus		✓	✓			
	Pencernaan kimiawi			✓	✓		
	Indeks Massa Tubuh (IMT)			✓	✓		
Ayo, Kita Selesaikan	Masalah Kebutuhan Energi			✓	✓		
	Camilan sehat			✓			

Fitur	Materi	Ranah Kognitif					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ayo, Kita Diskusikan	Diet coklat			✓	✓		
	Kalori yang dibutuhkan oleh tubuh		✓	✓	✓		
	Peristiwa fisika pada proses pencernaan makanan		✓	✓			
Ayo, Kita Cari Tahu	Prinsip gizi seimbang		✓				
	Upaya menjaga kesehatan sistem pencernaan			✓	✓		
Ayo, Kita Pikirkan	Terjadinya pencernaan kimiawi dan mekanis		✓				
Ayo, Kita Pahami	Homeostasis tubuh		✓				
Ayo, Kita Kerjakan Proyek	Obat yang mengandung antasida dapat menetralisir asam lambung					✓	✓

b. Uji Kompetensi

Kisi-kisi pencapaian kompetensi peserta didik melalui pengerjaan soal-soal pada uji kompetensi bab sistem pencernaan manusia dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi melalui Pengerjaan Soal-soal pada Uji Kompetensi Bab 4 Sistem Pencernaan Manusia

Indikator Butir Soal	Ranah Kognitif & No Soal					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Menyebutkan jenis-jenis bahan makanan serta kandungan bahan makanan dalam kehidupan sehari-hari melalui uji bahan makanan	A1 B1	A2	A3			
Menjelaskan fungsi kandungan dalam bahan makanan bagi tubuh		A4 A5 B2				

Indikator Butir Soal	Ranah Kognitif & No Soal					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Menganalisis kebutuhan energi sehari-hari			A6			
Mengidentifikasi organ-organ dalam sistem pencernaan manusia	A7 A8	A10				
Menjelaskan keterkaitan struktur dan fungsi organ pencernaan			B3		B5	
Menjelaskan proses pencernaan dalam tubuh manusia	A9			B4		

D. Materi Pengayaan

1. Penyakit Mag

Penyebab penyakit mag dibedakan menjadi dua macam yaitu dikarenakan faktor eksternal dan internal. Faktor eksternal adalah faktor dari luar tubuh yang dapat menyebabkan iritasi lambung, contohnya antara lain alkohol, infeksi bakteri atau virus, dan zat yang bersifat racun. Sedangkan faktor internal adalah pengeluaran zat asam lambung yang berlebihan dan tidak teratur. Meningkatnya asam lambung yang berlebihan disebabkan beberapa hal, antara lain (a) sering makan makanan asam atau pedas, (b) kebiasaan makan yang tidak teratur, (c) kondisi psikologis stres mental dan frustrasi.

Semua penyebab-penyebab tersebut dapat mengakibatkan kerusakan ketahanan selaput lambung. Apabila keadaan tersebut dibiarkan secara terus menerus tanpa adanya asupan makanan yang masuk, maka akan terjadi peningkatan asam lambung yang akan menyebabkan iritasi pada lambung, jika dibiarkan maka dapat menyebabkan tukak lambung.

a. Gejala

Adanya rasa sakit atau rasa penuh di daerah ulu hati, gangguan menelan, bersendawa, perut kembung, dan lain-lain adalah gejala dari mag.

b. Penanganan Mag

Tujuan penanganan penyakit mag yaitu menghilangkan nyeri tukak, mengobati tukak, mencegah kambuh kembali dan mengurangi terjadinya komplikasi yang lebih serius. Jika melalui pemeriksaan dalam lambung pasien ditemukan adanya bakteri, maka perlu diberikan suatu antibiotik.

Obat-obat yang diberikan dikelompokkan berdasarkan mekanisme kerjanya:

a. Mengurangi produksi asam lambung: ranitidine dan omeprazol
b. Menetralkan asam lambung: antasida
c. Memberi perlindungan terhadap mukosa lambung: sukralfat
d. Membunuh mikroorganisme *Helicobacter pylori*: klaritromisin, amoksisilin, dan metronidazol

c. Jenis Sakit Mag dan Obat Mag-nya

Sakit mag umumnya berlangsung singkat. Sedangkan mag kronis berlangsung bertahun-tahun, di mana tidak diketahui secara jelas penyebabnya. Penyakit gastritis yang kronis dapat dimulai dengan adanya infeksi suatu bakteri yang disebut dengan *Helicobacter pylori*, sehingga mengganggu pertahanan dinding mukosa. Gejalanya seperti hilangnya nafsu makan, rasa kenyang, nyeri ulu hati yang samar-samar, mual dan muntah. Secara garis besar, gastritis dibagi menjadi 2 kelompok.

1) Gastritis akut

Gastritis akut adalah inflamasi akut dari lambung, biasanya terbatas pada mukosa. Secara garis besar gastritis akut dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu gastritis eksogen akut dan gastritis endogen akut. Bahan kimia, suhu, mekanis, dan iritasi bakteri adalah faktor-faktor penyebab gastritis eksogen akut. Sedangkan kelainan pada struktur lambung adalah penyebab dari gastritis endogen akut. Gastritis akut dapat dibedakan menjadi gastritis akut erosif dan gastritis akut hemoragik. Gejala gastritis akut erosif sangat bervariasi, mulai dari yang sangat ringan tanpa gejala sampai dengan yang berat yang dapat menimbulkan kematian.

Sebagian kasus rata-rata yang dialami merupakan gejala yang ringan bahkan tanpa gejala. Keluhan yang sering dirasakan seperti nyeri timbul pada ulu hati, kadang-kadang disertai mual dan muntah. Diagnosis dilakukan dengan pemeriksaan gastroduodenoskopi pada gastritis akut erosif pada setiap pasien dengan keadaan klinis yang berat atau pengguna aspirin atau obat anti-inflamasi non-steroid.

Pencegahan dapat dilakukan dengan memberikan antasida atau antagonis H_2 sehingga dicapai pH lambung 4. Sebagian kecil pasien perlu dilakukan tindakan yang bersifat invasif untuk menghentikan perdarahan yang mengancam jiwa, contohnya dengan endoskopi, skleroterapi, embolisasi arteri gastrika kiri, atau gastrektomi. Pemberian antasida, antagonis H_2, dan sukralfat.

2) Gastritis Kronis

Infeksi kuman *Helicobacter pylori* yang juga merupakan penyebab gastritis yang termasuk dalam kelompok gastritis kronis. Peningkatan aktivitas gastritis kronis ditandai dengan kehadiran granulosit netrofil pada daerah tersebut. Ada beberapa jenis gastritis kronis, antara lain sebagai berikut.

a. Apabila peradangan terbatas pada lamina propia mukosa superfisialis disebut gastritis kronis superfisialis.
b. Apabila sel-sel radang kronis menyebar lebih dalam disertai kerusakan sel-sel kelenjar dalam lambung disebut gastritis kronis atrofik.

Menurut distribusi anatomisnya, gastritis kronis dapat dibagi menjadi:

a. Gastritis kronis tipe A, di mana perubahan histopatologik terjadi pada kardia lambung. Tipe ini sering dihubungkan dengan proses autoimun dan dapat berlanjut menjadi anemia pernisiosa.
b. Gastritis kronis tipe B, tipe ini merupakan tipe yang paling sering dijumpai, yang sering dihubungkan dengan infeksi kuman *Helicobacter pylori*.
c. Gastritis multifokal atau tipe AB merupakan gastritis yang distribusi kerusakan jaringan lambung telah menyebar ke seluruh bagian lambung.

d. Pencegahan

Penyakit mag dapat disembuhkan tetapi tidak dapat sembuh total. Mag adalah penyakit yang dapat kambuh apabila penderita tidak makan teratur, terlalu banyak makan, atau sebab lain. Tetapi mag dapat dicegah, yaitu dengan cara makan teratur, makan secukupnya, cuci tangan sebelum makan, dan tidak jajan sembarangan.

2. *Heartburn*

Heartburn atau GERD (*Gastroesophageal Reflux Disease*), merupakan penyakit pada saluran pencernaan yang cukup kronis. GERD terjadi ketika asam lambung atau terkadang isi lambung naik kembali ke esofagus (*reflux*) sehingga seseorang akan mengalami mual bahkan muntah. Akibat naiknya asam lambung maka akan mengiritasi dan membakar esofagus sehingga menimbulkan rasa panas pada dada (*heartburn*) sampai bagian dalam leher bahkan kerongkongan. *Heartburn* dapat terjadi ketika seseorang makan terlalu banyak sampai sangat kenyang, seseorang yang sedang hamil karena perkembangan janin akan menekan organ-organ pencernaannya, atau orang yang mengalami obesitas karena adanya tekanan pada dinding perut juga dapat memicu terjadinya *heartburn*. Upaya pencegahan heartburn ini adalah dengan mengatur pola makan dan berolahraga ringan secara teratur.

Pada saat makan usahakan agar tidak makan terlalu banyak, makan sedikit dalam waktu beberapa kali dapat mengurangi risiko *heartburn*. Kemudian kurangi mengonsumsi makanan yang mengandung asam, berkafein, dan yang mengandung alkohol. Hindari makanan yang mengandung lemak tinggi karena akan meningkatkan *reflux* asam. Sebaiknya, pilihlah makanan yang mengandung karbohidarat kompleks (seperti beras merah, pasta, roti yang mengandung banyak biji-bijian) karena makanan yang memiliki karbohidrat kompleks akan membantu mengendalikan *reflux* asam. Selain itu olahraga ringan seperti bersepeda, berjalan kaki, berlari kecil setiap hari juga dapat membantu mengontrol berat badan sehingga tidak terjadi obesitas.

3. Intoleransi laktosa

Intoleransi laktosa merupakan kelainan pada usus halus yang tidak dapat memproduksi enzim laktase, sehingga penderitanya tidak dapat mencerna laktosa. Laktosa merupakan jenis gula yang ditemukan pada susu. Penderita kelainan ini tidak dapat mencerna produk-produk berbahan susu yang mengandung laktosa seperti keju, yoghurt, mentega. Apabila penderita mengonsumsi makanan yang mengandung laktosa maka akan menyebabkan diare. Diare terjadi karena laktosa yang tidak tercerna menyebabkan penyimpanan cairan pada usus halus. Selain itu juga akan menimbulkan gas, kembung, dan nyeri perut karena bakteri memecah laktosa secara anaerob. Upaya yang dapat dilakukan adalah dengan menghindari makanan yang mengandung laktosa, atau dapat juga mengganti susu hewani dengan susu nabati seperti susu kedelai atau susu almond, dapat juga mengonsumsi makanan yang banyak mengandung vitamin D dan tinggi kalsium selain susu agar kebutuhan kalsium tubuh tetap terpenuhi.

4. Gingivitis

Gingivitis atau lebih dikenal dengan pembengkakan gusi, merupakan penyakit yang terjadi akibat infeksi bakteri. Hal ini dapat terjadi karena kurangnya kebersihan mulut.

5. Sirosis Hati

Sirosis hati merupakan penyakit hati kronis akibat rusaknya jaringan-jaringan pada hati, sehingga dalam jangka panjang hati tidak dapat menjalankan fungsinya dengan baik. Jaringan yang rusak akan menghambat aliran darah yang melewati hati, sehingga terjadi pembengkakan. Sirosis hati juga akan menghambat fungsi hati dalam proses nutrisi, penghasil hormon dan penawar racun serta produksi protein dan unsur lain dalam hati. Sirosis hati disebabkan oleh virus hepatitis B, virus hepatitis C, dan mengonsumsi minuman beralkohol. Jaringan hati yang rusak tidak dapat kembali pulih,

oleh karena itu pengobatan penyakit sirosis ini hanya dapat dilakukan untuk memperlambat kerusakan jaringan hati dan menangani gejala komplikasi yang muncul akibat sirosis hati seperti mengonsumsi obat antivirus hepatitis C yang akan membantu mencegah sirosis bertambah parah.

6. Disentri

Disentri adalah penyakit radang usus dengan gejala buang air besar dengan tinja berdarah, demam, sakit bagian perut, buang air besar dengan tinja bercampur lendir, dan nyeri saat buang air besar. Ada dua tipe disentri, yaitu disentri baksiler dan disentri amebik. Disentri baksiler disebabkan oleh bakteri dari jenis *Shigella,* sedangkan disentri amebik disebabkan oleh protozoa jenis *Amoeba* misalnya *Entamoeba histolytica* .

E. Interaksi dengan Orangtua

Komunikasi dengan orang tua dapat menggunakan buku penghubung yang memfasilitasi komunikasi yang baik antara sekolah/guru dengan orang tua peserta didik. Buku penghubung ini juga bermanfaat membangun kerjasama pihak sekolah dengan orang tua dalam membantu keberhasilan peserta didik. Buku penghubung ini memuat hari/tanggal, matapelajaran, pokok bahasan/subpokok bahasan, bentuk tugas, tanda tangan orang tua. Contoh lembar monitoring orangtua dapat dilihat kembali pada bagian umum buku guru ini.

F. Kunci Jawaban Uji Kompetensi

1. Pilihan Ganda

1. D
2. D
3. B
4. B
5. B
6. C
7. D
8. B
9. B
10. B

2. Uraian

1. Bahan makanan diuji dengan biuret terjadi perubahan warna menjadi ungu berarti mengandung protein, dan diuji dengan Benedict terjadi perubahan warna menjadi merah bata berarti mengandung zat gula.
2. Mulut, kerongkongan, lambung, usus halus, usus besar, rektum, dan anus. Waktu yang diperlukan makanan untuk dicerna pada tiap organ pencernaan berbeda-beda karena beberapa faktor, diantaranya adalah kandungan bahan makanan yang berbeda, perbedaan struktur organ pencernaan, ukuran panjang setiap organ berbeda, dan enzim yang dihasilkan pada tiap organ yang berbeda.
3. Lambung, karena lambung menghasilkan HCl. Kondisi asam inilah yang mematikan bakteri
4. Daging ayam mengandung protein. Organ yang berperan melakukan pencernaan protein yaitu lambung. Lambung menghasilkan enzim pepsin yang mengubah protein menjadi proteosa. Usus halus, tripsinogen yang dihasilkan pankreas masuk ke usus halus. Tripsinogen mengubah protein menjadi polipeptida. Dinding usus halus menghasilkan enzim enterokinase yang mengubah tripsinogen menjadi tripsin.
5. Zat makanan dalam kimus jika pankreas tidak mengeluarkan getahnya ke dalam usus halus, maka tidak terjadi pencernaan kimiawi oleh getah pankreas. Amilum tidak dicerna oleh Enzim Karbohidrase menjadi maltosa atau disakarida lainnya. Emulsi lemak tidak diubah menjadi asam lemak dan gliserol oleh enzim lipase, protein tidak diubah menjadi polipeptida oleh tripsin, dan amilum tidak diubah menjadi maltosa oleh amilase.

G. Tugas Proyek

Proyek dikerjakan oleh peserta didik dalam waktu ± satu minggu. Peserta didik dapat dibagi berkelompok dalam mengerjakan tugas proyek ini. Guru dapat memberikan pengarahan pada peserta didik untuk melakukan 1) perencanaan, meliputi mengumpulkan alat dan bahan yang diperlukan dalam kegiatan proyek; dan 2) melakukan pelaksanaan, yaitu dengan menjadwalkan kapan dilakukan kegiatan proyek, mempersiapkan semua alat dan bahan yang diperlukan, menyusun tabel hasil percobaan. Guru dapat memberikan pengarahan kepada peserta didik alat dan bahan yang diperlukan serta memberikan pengarahan terhadap langkah kerja yang harus dilakukan oleh peserta didik jika diperlukan.

Selama pelaksanaan tugas proyek ini, peserta didik diharuskan untuk selalu melakukan konsultasi dengan guru. Berkaitan dengan cara penilaian proyek ini, guru dapat merujuk cara penilaian yang terdapat pada bagian umum dengan disesuaikan tugas peserta didik. Guru dapat menyampaikan kepada peserta didik penilaian yang akan dilakukan terhadap tugas proyek.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Kerjakan Proyek

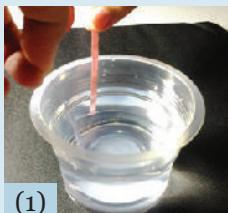
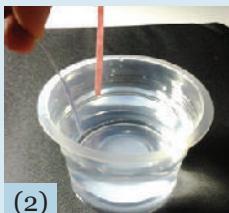
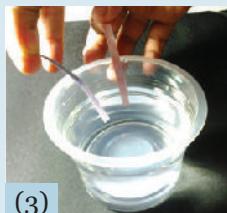
Menguji Obat Antasida yang Mampu Menetralisir Asam Lambung

Alat dan Bahan

1. Air
2. Asam cuka
3. Obat antasida
4. Kertas lakmus

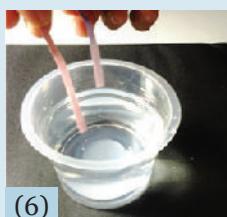
Langkah Kerja:

1. Masukkan $\frac{1}{2}$ gelas air.
2. Ukurlah pH menggunakan kertas lakmus dengan cara mencelupkan kertas lakmus pada air.
3. Amati perubahan warna pada kertas lakmus.
4. Tambahkan 1 sendok teh asam cuka pada gelas yang berisi air.
5. Ukurlah pH menggunakan kertas lakmus dengan cara mencelupkan kertas lakmus pada air.
6. Amati perubahan warna pada kertas lakmus.
7. Masukkan obat antasida satu tablet pada larutan asam cuka.
8. Ukurlah pH-nya menggunakan kertas lakmus. Amati perubahan warna pada kertas lakmus.
9. Setelah 30 menit, coba ukur kembali pH larutan menggunakan kertas lakmus. Kemudian amati perubahan warna pada kertas lakmus.

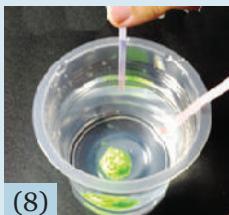
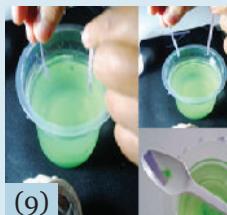
Uji pH Air

(1) Air dimasukkan dalam gelas

(2) Kertas lakmus merah dan biru saat dimasukkan dalam air

(3) Kertas lakmus merah dan biru tidak mengalami perubahan warna

Uji pH Asam Cuka

(4) 1 sendok teh asam cuka dimasukkan ke dalam air dalam gelas

(5) Pengukuran pH dengan menggunakan kertas lakmus

(6) Kertas lakmus merah tidak mengalami perubahan warna, sedangkan lakmus biru berubah menjadi warna merah (pH larutan asam)

Uji pH Asam Cuka + Obat Antasida

(7) Obat antasida dimasukkan ke dalam larutan cuka

(8) Kertas lakmus merah tidak mengalami perubahan warna, sedangkan lakmus biru berubah menjadi warna merah (pH larutan tetap masih asam)

(9) Setelah 30 menit, kertas lakmus merah berubah menjadi warna biru, kertas lakmus biru tetap berwarna biru (pH basa)

Sumber: Dok. Kemdikbud

5 Petunjuk Pembelajaran: Zat Aditif dan Zat Adiktif

Sumber: Dok. Kemdikbud

A. Pengantar

Bab 5 pada buku ini memuat materi tentang zat aditif dan zat adiktif. Materi tersebut disajikan dalam dua subbab yaitu zat aditif dan zat adiktif. Pada bagian pertama yaitu subbab zat aditif peserta didik mempelajari tentang pengertian zat aditif dan jenis-jenis zat aditif. Pada bagian kedua yaitu subbab zat adiktif peserta didik mempelajari tentang pengertian zat adiktif, jenis-jenis zat adiktif, cara kerja zat adiktif dalam tubuh, dan dampak penggunaan zat adiktif bagi kesehatan. Seluruh materi ini diajarkan melalui kegiatan diskusi; menginvestigasi; menganalisis data; mencari informasi melalui media massa, media elektronik ataupun lingkungan sekitar; dan melakukan percobaan. Setelah mempelajari seluruh materi yang terdapat pada Bab 5, peserta didik mendapatkan tugas untuk menyelesaikan proyek. Proyek yang akan dikerjakan oleh peserta didik adalah membuat karya tulis tentang dampak penggunaan zat aditif dan penyalahgunaan zat adiktif bagi kesehatan. Apabila peserta didik telah selesai menyusun karya tulis, peserta didik diminta untuk mempresentasikan hasilnya di depan kelas. Setelah melakukan pekerjaan proyek peserta didik dapat diminta untuk membuat suatu poster tentang upaya pencegahan diri dari bahaya narkoba.

1. Kompetensi Dasar

3.6 Menjelaskan berbagai zat aditif dalam makanan dan minuman, zat adiktif, serta dampaknya terhadap kesehatan

4.6 Membuat karya tulis tentang dampak penyalahgunaan zat aditif dan zat adiktif bagi kesehatan

2. Indikator Pencapaian Kompetensi

Pada kegiatan pembelajaran di kelas, guru dapat mengembangkan sendiri indikator pencapaian kompetensi disesuaikan dengan kondisi peserta didik masing-masing. Berikut ini dipaparkan contoh indikator pencapaian kompetensi yang dapat dijabarkan dari KD 3.6 dan KD 4.6.

3.6.1 Menyebutkan jenis-jenis zat aditif
3.6.2 Memberi contoh zat aditif alami dan buatan
3.6.3 Menyelidiki pewarna alami dan buatan pada makanan dan minuman
3.6.4 Mengidentifikasi berbagai zat aditif dalam makanan dan minuman
3.6.5 Menganalisis perbedaan pemanis alami dan buatan pada makanan dan minuman
3.6.6 Menemukan solusi pengganti zat aditif buatan
3.6.7 Mengajukan usul cara mencegah dampak negatif zat aditif buatan
3.6.8 Menyebutkan jenis-jenis zat adiktif

3.6.9 Menjelaskan cara kerja zat adiktif dalam tubuh
3.6.10 Menjelaskan dampak penggunaan zat adiktif bagi kesehatan
3.6.11 Membuat model tentang bahaya rokok bagi kesehatan
3.6.12 Menganalisis dampak penyebaran narkoba di masyarakat
3.6.13 Menjelaskan beberapa upaya untuk menjaga diri dari bahaya narkoba
3.6.14 Mengemukakan upaya dalam menangani pecandu zat adiktif
4.6.1 Membuat karya tulis tentang dampak penggunaan zat aditif dan penyalahgunaan zat adiktif bagi kesehatan

3. Alokasi Waktu

Pembelajaran dan penilaian Bab 5 tentang zat aditif dan zat adiktif memerlukan waktu 10 jam atau 4 kali tatap muka (TM) (dengan asumsi 5 JP/minggu diorganisasikan menjadi dua kali TM, yakni 3 JP dan 2JP). Pengorganisasian 4 TM tersebut adalah sebagai berikut.

Tabel 5.1 Penjabaran Materi Pembelajaran Tiap Pertemuan pada Bab 5

Pertemuan Ke	Materi
1	Zat Aditif ▪ Jenis-jenis zat aditif ▪ Zat aditif alami dan buatan
2	Zat Aditif ▪ Zat aditif dalam makanan dan minuman
3	Zat Adiktif ▪ Jenis-jenis zat adiktif ▪ Dampak penggunaan zat adiktif bagi kesehatan ▪ Upaya pencegahan penyalahgunaan zat adiktif
4	▪ Ulangan harian

4. Materi Esensial

a. Zat aditif adalah zat yang ditambahkan pada makanan dan minuman untuk meningkatkan kualitas, keawetan, kelezatan, dan kemenarikan makanan dan minuman.

b. Zat aditif terdapat dalam bahan pewarna, pemanis, pengawet, penyedap, pemberi aroma, pengental, dan pengemulsi.

c. Zat aditif ada yang berjenis alami dan buatan. Penggunaan bahan aditif alami lebih aman dibandingkan bahan aditif buatan. Penggunaan bahan aditif buatan harus menggunakan bahan yang diizinkan oleh pemerintah dan dalam jumlah tertentu yang diizinkan.

d. Contoh pewarna alami misalnya pewarna dari daun suji dan pandan, sedangkan pewarna buatan misalnya tartrazine. Pengawetan dapat dilakukan secara fisik, misalnya melalui pemanasan atau penyinaran, dan secara kimia misalnya dengan pemberian natrium benzoat maupun garam. Contoh bahan pemanis alami misalnya gula, sedangkan pemanis buatan misalnya aspartam, siklamat, dan sakarin. Contoh penyedap alami misalnya bunga cengkeh, sereh, kayu manis, garam, bawang putih, sedangkan penyedap buatan misalnya MSG.
e. Zat adiktif merupakan bahan makanan atau minuman yang dapat menimbulkan kecanduan pada penggunanya. Zat adiktif dibedakan menjadi narkotika, psikotropika, zat psiko-aktif lainnya.
f. Contoh narkotika adalah heroin, kokain, dan morfin. Contoh psikotropika adalah ekstasi, sabu-sabu, diazepam, dan LSD. Contoh zat psiko-aktif lain adalah kafein, nikotin, dan alkohol.
g. Bahan-bahan adiktif yang termasuk kelompok narkotika tidak boleh digunakan karena memiliki efek yang sangat membahayakan bagi penggunanya. Penggunaan zat adiktif dapat menyebabkan ketagihan.
h. Dampak penggunaan zat adiktif bagi kesehatan di antaranya jangka pendek dapat menyebabkan rasa nyaman, ketegangan berkurang, menghilangkan rasa nyeri, timbul rasa cemas dan gembira, jantung berdebar, halusinasi, dan sebagainya. Penggunaan jangka panjang dapat menyebabkan ketergantungan, daya pikir berkurang, daya tahan tubuh menurun, kerusakan sistem saraf, anemia, penyakit jantung, gangguan jiwa, dan kematian.

B. Kegiatan Pembelajaran

Pada pembelajaran Bab 5 tentang materi zat aditif dan adiktif guru dapat menerapkan pembelajaran model pembelajaran Jigsaw, *Group Investigation* (GI), *discovery learning*, *Creative Problem Solving* (CPS), *Problem Based Learning* (PBL), *Project Based Learning* (PjBL), inkuiri, *learning cycle*, dan model pembelajaran lainnya yang prosesnya berbasis *scientific approach*.

Pertemuan 1, Materi: Zat Aditif

a. Guru mengawali kegiatan pembelajaran dengan mengajak peserta didik untuk bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas karunia dan nikmat-Nya yang telah memberikan kesehatan jasmani dan rohani, sehingga mampu melakukan aktivitas sehari-hari. Guru dapat mengajak peserta didik untuk mengonsumsi makanan dan minuman yang baik dan sehat

serta tidak bertentangan dengan aturan agama agar terhindar dari berbagai penyakit sebagai salah satu ungkapan rasa syukur.

b. Guru menginformasikan tujuan pembelajaran hari ini sebagaimana yang terdapat pada fitur “Ayo, Kita Pelajari”.

c. Guru menyampaikan kepada peserta didik nilai yang diperoleh setelah mempelajari Bab 5 ini yang tertera pada fitur “Mengapa penting?”

d. Peserta didik berkelompok 3-4 orang untuk melakukan kegiatan “Ayo, Kita Pikirkan” tentang mengidentifikasi makanan dan minuman yang dijual di sekolah yang mengandung zat aditif. Peserta melakukan identifikasi dengan mengamati makanan dan minuman yang sudah dibeli dan dibawa ke kelas.

e. Pada kegiatan diskusi peran guru membimbing peserta didik melakukan diskusi kelompok. Guru mengingatkan peserta didik agar aktif dalam berdiskusi.

   Catatan: Pada pertemuan sebelumnya guru dapat memberikan informasi kepada kelompok peserta didik untuk membawa makanan dan minuman yang dijual di sekolah seperti *snack*, gorengan, minuman kemasan, es yang dijual di sekolah, teh hangat, serta membawa berbagai makanan dan minuman dalam kemasan.

f. Peserta didik menyampaikan hasil diskusinya di depan kelas. Guru mengingatkan peserta didik agar mempresentasikan hasil diskusinya dengan penuh percaya diri dan penuh tanggung jawab.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Pikirkan

Makanan dan minuman yang ada di sekolah banyak mengandung zat aditif, misalnya pewarna, perasa, penyedap rasa, pemanis, pengawet, dan pemberi aroma. Makanan dan minuman yang ada di sekolah diduga mengandung zat aditif karena memiliki warna yang menarik, ada yang berasa manis, dan tahan lama (tidak mudah basi).

g. Guru memberi kesempatan kepada peserta didik untuk bertanya tentang apa yang belum dipahami terkait kegiatan “Ayo, Kita Pikirkan”, dan memberi kesempatan peserta didik lain yang dapat menjawab serta mengemukakan jawabannya.

h. Setelah peserta didik dibimbing untuk mendiskusikan jawaban fitur “Ayo, Kita Pikirkan”, peserta didik dapat diarahkan untuk mengidentifikasi

macam zat aditif yang terdapat pada makanan atau minuman kemasan yang telah dibawa oleh peserta didik melalui Aktivitas 5.1 tentang mengidentifikasi berbagai zat aditif dalam makanan dan minuman. Guru dapat membantu peserta didik jika terdapat kesulitan dalam mengelompokkan suatu bahan ke dalam jenis zat aditif tertentu.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 5.1 Mengidentifikasi Berbagai Zat Aditif dalam Makanan dan Minuman

Alternatif Hasil Identifkasi:

Tabel 5.2 Hasil Identifikasi Zat Aditif dalam Makanan dan Minuman

No	Makanan dan Minuman	Jenis Zat Aditif				
		Pewarna	Pemanis	Pengawet	Penyedap	Aditif Lain
1	Minuman serbuk instan	Pewarna kuning FCF Cl 15985	Natrium siklamat, aspartam, gula	-	Perisa identik alami	Asam sitrat, trikalsium fosfat
2	Mi instan	Tartrazine Karamel kelas I	Gula	-	Garam MSG	Perasa identik alami ayam
3	Keripik jagung	Tartrazine Karamel Pewarna kuning FCF CI 15985	Gula	-	Garam MSG Bumbu rasa keju Dinatrium ribonukleotida	-
4	Wafer	Pewarna kuning FCF CI 15985 Kurkumin CI 75300	Gula	-	Garam MSG Dinatrium ribonukleotida	Pengemulsi lesitin kedelai Pengembang natrium bikarbonat
5	Sosis	Ponceau 4R CI 16255 Eritrosin CI 45430	-	Natrium nitrit	Garam MSG	Penstabil karagen Pengemulsi natrium tripolifosfat

No	Makanan dan Minuman	Jenis Zat Aditif				
		Pewarna	Pemanis	Pengawet	Penyedap	Aditif Lain
6	Minuman sereal	-	Gula	-	Garam	Perasa kacang hijau
7	Kopi susu instan	-	Gula	-	-	-
8	Minuman bersoda	Karamel	Natrium siklamat Natrium sakarin	Natrium benzoat Natrium sitrat	-	Perasa vanila
9	Susu cair siap minum	Coklat HT CI 20285 Ponceau 4R CI 16255 Kuning FCF CI 15985 Biru Berlian CI 42090	Gula	-	-	Perasa identik alami susu Penstabil

i. Setelah peserta didik mengetahui bahwa makanan yang dijual di sekolah dan beberapa makanan atau minuman kemasan mengandung zat aditif, guru memberikan fenomena dengan menunjukkan contoh makanan yang diberi pewarna dari kunyit dan makanan dari pewarna makanan (dapat dengan gambar atau membawa benda asli). Guru dapat memotivasi peserta didik untuk membuat pertanyaan, “Setelah kamu mengamati kedua makanan tersebut. Coba sampaikan pertanyaan yang muncul di benak kamu terkait makanan yang diberi pewarna dari kunyit dan dari pewarna makanan!”

j. Peserta didik diberi kesempatan untuk menjawab pertanyaan yang di sampaikan temannya. Kemudian guru memberi penguatan tentang kandungan zat aditif berupa pewarna alami dan buatan pada makanan yang menjadi bahan diskusi. Guru dapat menekankan bahwa zat aditif alami dan buatan tidak hanya terdapat pada pewarna makanan, tetapi pada zat aditif berupa perasa, pengawet, pemberi aroma, dan jenis zat aditif lain.

k. Setelah peserta didik mengetahui terdapat zat aditif alami dan buatan. Selanjutnya peserta didik dengan bimbingan guru melakukan Aktivitas 5.2, yakni menyelidiki pewarna alami dan buatan pada makanan atau minuman. Pada pertemuan sebelumnya, peserta didik telah ditugaskan

untuk membawa bahan makanan untuk diuji atau bahan dapat disediakan oleh guru dan laboran. Peserta didik juga diingatkan agar teliti, cermat, dan saling bekerjasama dengan anggota kelompoknya dalam melakukan penyelidikan.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 5.2 Menyelidiki Pewarna Alami dan Buatan pada Makanan dan Minuman

Alternatif Jawaban Hasil Penyelidikan:

Tabel 5.3 Hasil Percobaan Menyelidiki Pewarna Alami dan Buatan pada Makanan atau Minuman

No	Jenis Bahan	Warna Benang Wol Sebelum Dicuci	Warna Benang Wol Setelah Dicuci	
			Warna hilang	Warna tidak hilang
1	Saus	Putih		✓
2	Cincau hijau	Putih	✓	
3	Cendol warna	Putih		✓
4	Sirup/minuman kemasan berwarna	Putih		✓
5	Kue basah berwarna (misal kue lapis)	Putih	✓	

l. Setelah melakukan Aktivitas 5.2, peserta didik mempresentasikan dan menyimpulkan hasil percobaan yang sudah dilakukan pada kegiatan "Ayo, Kita Lakukan".

m. Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk bertanya tentang konsep yang belum dipahami terkait percobaan pada Aktivitas 5.2, dan memberikan kesempatan peserta didik lainnya untuk menjawab pertanyaan tersebut. Kemudian guru memberi penguatan terkait zat aditif (pewarna) dan memberikan pembenaran apabila ada konsep yang salah.

n. Peserta didik dapat ditugaskan untuk mengerjakan fitur "Ayo, Kita Cari Tahu" tentang kode berbagai zat warna makanan dan pewarna bahan

yang lain. Tugas ini dapat diberikan sebagai tugas rumah. Selanjutnya peserta didik dapat mengidentifikasi kelayakan zat warna tersebut untuk digunakan sebagai pewarna makanan. Tujuan dari kegiatan ini agar peserta didik mengetahui bahwa penggunaan jenis-jenis pewarna sudah diatur oleh pihak yang berwenang, dalam hal ini pemerintah melalui badan pengawas obat dan makanan (BPOM), dan penggunaannya tidak boleh sembarangan atau telah ditentukan dalam batas tertentu.

o. Pembelajaran tentang pemanis buatan dapat dimulai dengan meminta peserta didik menuliskan di papan tulis macam-macam pemanis yang diketahui peserta didik melalui Aktivitas 5.1. Peserta didik diajak untuk mengelompokkan pemanis tersebut ke dalam pemanis buatan dan pemanis alami. Kemudian peserta didik dapat diajak berdiskusi tentang bagaimana aturan penggunaan pemanis.

p. Selanjutnya peserta didik melakukan diskusi kelompok dengan bimbingan guru dalam mengerjakan kegiatan "Ayo, Kita Cari Tahu" tentang perbedaan rasa pemanis buatan dan pemanis alami. Agar dapat mengerjakan kegiatan "Ayo, Kita Cari Tahu", peserta didik mencicipi makanan dan minuman yang menggunakan pemanis alami dan buatan yang sudah ditugaskan sebelumnya untuk dibawa (seperti teh hangat dan minuman kemasan). Peserta didik mengemukakan hasil diskusinya di depan kelas.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Cari Tahu

Makanan dan minuman yang menggunakan pemanis buatan memiliki rasa sedikit pahit dan apabila dikonsumsi dapat mengakibatkan gatal pada tenggorokan. Sedangkan makanan dan minuman yang mengandung pemanis alami tidak ada rasa pahit dan tidak menimbulkan gatal pada tenggorokan.

q. Peserta didik bertanya kepada guru tentang apa yang belum dipahami di kegiatan "Ayo, Kita Cari Tahu".

r. Peserta didik diberi kesempatan untuk dapat menjawab pertanyaan dari peserta didik lain. Kemudian guru memberikan konfirmasi terhadap hasil jawaban fitur "Ayo, Kita Cari Tahu" dan hasil diskusi peserta didik.

s. Selanjutnya peserta didik menyampaikan materi apa saja yang sudah dipahami, materi apa saja yang belum dipahami, dan bagaimana cara agar mereka lebih memahami materi tersebut.

t. Guru mengarahkan peserta didik untuk bersyukur atas karunia Tuhan yang memberikan kita akal yang dapat membuat zat aditif alami yang sehat untuk dikonsumsi. Selain itu Tuhan juga telah memberikan kita indera yang sempurna, sehingga kita dapat menikmati beberapa zat aditif alami maupun buatan dan dapat membedakan keduanya.

u. Peserta didik ditugaskan untuk mencari informasi tentang cara membuat gula kelapa melalui berbagai media pada kegiatan "Ayo, Kita Cari Tahu" dan berdiskusi dengan teman sebangku pada kegiatan "Ayo, Kita Diskusikan". Selain itu guru juga menugaskan peserta didik untuk membawa berbagai bungkus atau pengemas makanan dan minuman yang terdapat keterangan tentang komposisi atau kandungan bahan bakunya.

Pertemuan 2, Materi: Zat Aditif

a. Guru memulai pembelajaran pada pertemuan ini dengan mengingatkan peserta didik tentang macam-macam zat aditif yang telah dipelajari pada pertemuan sebelumnya yang meliputi pemanis, pewarna, pemberi aroma, penyedap rasa, pengental, pengemulsi, dan pengawet. Guru juga mengingatkan bahwa jenis zat aditif ada yang alami dan ada yang buatan.

b. Guru mengajak peserta didik untuk selalu bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa karena di Indonesia tumbuh beraneka ragam tumbuhan yang dapat dijadikan sebagai zat aditif alami yang sehat bagi tubuh jika dikonsumsi.

c. Selanjutnya guru meminta peserta didik untuk mempresentasikan tugas yang telah diberikan sebelumnya yaitu aktivitas "Ayo, Kita Cari Tahu" tentang cara membuat gula kelapa berdasarkan informasi yang telah diperoleh dengan penuh percaya diri.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Cari Tahu

Bahan

Nira kelapa

Alat

1. Pisau atau parang yang tajam untuk memotong manggar (untuk mengambil nira)
2. Belanga besar
3. Pengaduk terbuat dari kayu

4. Kompor atau tungku
5. Baskom besar atau panci besar
6. Saringan
7. Cetakan gula (biasanya menggunakan potongan bambu atau tempurung kelapa)

Cara Membuat

1. Menyaring nira yang diambil dari pohon kelapa.
2. Menyiapkan tungku perapian atau kompor.
3. Meletakkan belanga di atas tungku perapian atau kompor.
4. Menuangkan nira yang sudah bersih dan tersaring secara perlahan ke dalam belanga.
5. Merebus air nira sampai mendidih dan mengental. Nira yang sudah mengental bentuknya seperti bubur mendidih yang berwarna putih dan kemudian nira menjadi berwarna hitam kecokelatan.
6. Mengaduk-aduk nira yang sudah mengental tadi sampai siap dicetak.
7. Menyiapkan cetakan untuk mencetak bubur nira.
8. Menuangkan bubur nira tadi ke dalam cetakan.
9. Menunggu bubur nira sampai mengental dan dingin.
10. Gula kelapa siap digunakan.

d. Peserta didik diberikan kesempatan untuk bertanya kepada teman yang sedang presentasi terkait materi yang dipresentasikan yaitu tentang cara membuat gula kelapa.

e. Selanjutnya guru memberikan penguatan materi yang telah dipresentasikan oleh peserta didik yaitu tentang cara membuat gula kelapa.

f. Jika peserta didik telah memahami materi pemanis alami dan buatan, selanjutnya dapat diajak untuk berdiskusi tentang zat aditif berupa pengawet. Peserta didik diminta memberikan contoh pengawet yang terdapat pada bahan makanan. Guru dapat membimbing peserta didik untuk mendiskusikan apakah pengawet yang dicontohkan oleh peserta didik aman untuk dikonsumsi.

g. Peserta didik dapat diminta untuk melihat Gambar 5.6 yang terdapat pada Buku Siswa. Kemudian peserta didik diajak untuk menganalisis fungsi dan manfaat dari pengawetan makanan. Guru dapat menambahkan informasi tentang cara pengawetan makanan secara fisik dengan metode pengeringan, pengasapan, pengasinan, dan sebagainya.

h. Materi tentang zat aditif penyedap rasa, dapat dibelajarkan dengan mengajak peserta didik berdiskusi macam penyedap rasa yang sering digunakan di masyarakat dan dampaknya bagi kesehatan. Setelah

mengetahui dampak dari penyedap rasa, peserta didik diminta untuk mendiskusikan dengan teman sebangku tentang bahan pengganti MSG seperti yang terdapat pada fitur "Ayo, Kita Diskusikan".

i. Perwakilan peserta didik juga diminta guru untuk mempresentasikan hasil diskusi dengan teman sebangkunya pada kegiatan "Ayo, Kita Diskusikan" tentang pengganti MSG di depan kelas dengan penuh percaya diri dan penuh keyakinan.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

Saran yang dapat diberikan kepada ibu saat memasak agar tidak menggunakan MSG namun makanan tetap terasa enak diantaranya dengan menambahkan gula dan garam secukupnya. Atau jika ibu membuat masakan sejenis sup dapat membuat kaldu dari daging atau tulang sapi. MSG juga dapat digantikan dengan rempah-rempah serta dedaunan sebagai penyedap seperti lengkuas, batang serai, daun jeruk, daun salam, dan sebagainya. Alternatif jawaban dapat disesuaikan dengan daerah masing-masing.

j. Peserta didik diberikan kesempatan bertanya kepada guru tentang pengganti zat aditif buatan.

k. Guru memberikan penguatan materi yang telah dipresentasikan oleh peserta didik tentang penggunaan MSG dalam makanan dan bahan pengganti untuk MSG.

l. Setelah peserta didik mempresentasikan hasil diskusinya, peserta didik dibentuk kelompok 3-4 orang.

m. Materi zat aditif berupa pemberi aroma, pengental, dan pengemulsi dapat dibelajarkan dengan metode diskusi, atau metode lainnya.

n. Setelah peserta didik mengetahui berbagai macam zat aditif pada makanan dan minuman, peserta didik dengan bimbingan guru melaksanakan Aktivitas 5.3, yaitu menyelidiki dampak negatif zat aditif dalam makanan dan minuman bagi kesehatan. Guru dapat mengarahkan peserta didik untuk duduk berkumpul dengan kelompok yang telah dibagi sebelumnya. Peserta didik juga diingatkan agar teliti, cermat, dan saling bekerjasama dengan anggota kelompoknya dalam melakukan penyelidikan.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 5.3 Menyelidiki Pewarna Alami dan Buatan pada Makanan dan Minuman

Alternatif Jawaban Hasil Penyelidikan:

Tabel 5.4 Hasil Identifikasi Zat Aditif dalam Makanan dan Minuman

No	Kegunaan Zat Aditif	Nama Zat Aditif	Dampak Negatif	Pencegahan
1	Penguat rasa	MSG (Monosodium glutamat)	Dapat menyebabkan penyakit Sindrom Restoran Cina	Menggunakan garam, gula, dan air kaldu
2	Pemanis	Sakarin dan Natrium Siklamat	Merangsang tumbuhnya tumor dalam kemih	Dapat menggantinya dengan gula tebu dan gula aren
3	Pengawet	Natrium benzoat, natrium nitrat, asam propianat, dan kalium sorbat	Mengurangi daya tahan tubuh terhadap serangan berbagai penyakit	Memilih makanan yang tidak menggunakan bahan pengawet buatan misalnya makanan yang menggunakan pengawet garam dan gula
4	Pewarna	Tartrazine	Menyebabkan alergi	Memilih makanan yang menggunakan pewarna alami
5	Pengental	Kalsium asetat	Dapat menimbulkan reaksi alergi dan iritasi pada saluran pencernaan	Menggunakan tepung maizena

No	Kegunaan Zat Aditif	Nama Zat Aditif	Dampak Negatif	Pencegahan
6	Antioksidan	Asam askorbat	Menyebabkan nyeri, keram perut, pusing, diare, dan berisiko kanker	Minum air putih yang banyak
7	Pemutih	Kalsium hipoklorit	Merusak lapisan kolagen pada kulit dan memicu keratinisasi pada kulit	Menghindari makanan yang mengandung pemutih
8	Pengatur Keasaman	Garam karbonat	Menyebabkan iritasi pada saluran pencernaan	Diganti dengan bahan yang berasa asam, misalnya asam jawa, jeruk, dan lain sebagainya
9	Zat gizi	Asam askorbat	Menyebabkan nyeri, keram perut, pusing, diare, dan berisiko kanker	Mengonsumsi buah dan sayur
10	Anti gumpal	Asam miristat	Menyebabkan kembung, rasa tidak enak di perut dan diare	Mengurangi konsumsi makanan yang terdapat anti gumpal

o. Setelah selesai melakukan penyelidikan dampak negatif zat aditif dalam makanan dan minuman bagi kesehatan, peserta didik melakukan presentasi hasil penyelidikan tersebut di depan kelas.

p. Peserta didik diberikan kesempatan untuk bertanya terkait materi yang telah dipelajari.

q. Selanjutnya guru membimbing peserta didik untuk menyimpulkan bahwa pada umumnya makanan dan minuman mengandung zat aditif baik zat aditif alami maupun buatan.

r. Guru memberikan tugas kepada peserta didik untuk pertemuan selanjutnya yaitu membawa alat dan bahan yang diperlukan untuk Aktivitas 5.4, yaitu membuat model tentang bahaya rokok bagi kesehatan, kecuali bahan berupa rokok yang hendaknya dipersiapkan oleh guru.

3. Pertemuan 3, Materi: Zat Adiktif

a. Guru mengawali pembelajaran dengan mengingatkan materi yang telah dipelajari sebelumnya, yaitu zat aditif.

b. Pada pertemuan ini akan dibahas materi tentang zat adiktif. Guru memberikan pertanyaan pengarah kepada peserta didik misalnya:
   - Tahukah kalian apa itu zat adiktif?
   - Samakah zat adiktif dengan zat aditif yang telah kalian pelajari kemarin?
   - Dapatkah kalian menyebutkan contoh zat adiktif?

c. Setelah peserta didik dapat membedakan antara zat aditif dengan zat adiktif serta dapat memberikan contoh zat adiktif, peserta didik diberikan kesempatan untuk bertanya terkait zat adiktif.

d. Selanjutnya peserta didik diminta untuk berkelompok dan berdiskusi tentang jenis-jenis zat adiktif serta cara kerja zat adiktif di dalam tubuh. Guru mengingatkan peserta didik agar aktif dalam berdiskusi.

e. Setelah peserta didik berdiskusi, perwakilan kelompok peserta didik mempresentasikan hasil diskusinya di depan kelas. Guru mengingatkan peserta didik agar mempresentasikan hasil diskusinya dengan penuh percaya diri. Peserta didik diharapkan dapat menyebutkan jenis-jenis zat adiktif serta dapat menjelaskan cara kerja zat adiktif di dalam tubuh.

f. Peserta didik diberikan kesempatan untuk bertanya tentang jenis zat adiktif dan cara kerja zat adiktif di dalam tubuh apabila ada yang belum dipahami.

g. Selanjutnya peserta didik dengan bimbingan guru melaksanakan Aktivitas 5.4 membuat model tentang bahaya rokok bagi kesehatan. Guru dapat meminta peserta didik untuk berkumpul dengan kelompoknya dan mempersiapkan alat dan bahan yang telah ditugaskan sebelumnya. Kemudian guru meminta peserta didik untuk melaksanakan pemodelan tentang bahaya rokok secara berkelompok. Guru mengingatkan peserta didik agar memakai masker saat membuat pemodelan tentang bahaya rokok. Guru mengingatkan agar peserta didik saling bekerjasama dengan anggota kelompoknya.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 5.3 Membuat Model tentang Bahaya Rokok Bagi Kesehatan

Alternatif Jawaban:

Hasil pengamatan peserta didik menunjukkan bahwa selang dan kain penyaring yang semula berwarna putih setelah rokok dibakar berubah menjadi berwarna kuning kecokelatan.

Alternatif Kesimpulan:

Tenggorokan dan alveolus orang yang merokok juga akan berwarna kuning kecokelatan dan lama kelamaan warna tersebut akan semakin pekat. Warna kuning kecokelatan tersebut menunjukkan adanya zat adiktif pada rokok yaitu nikotin. Apabila seseorang terus menerus merokok maka dimungkinkan zat adiktif pada rokok akan semakin menumpuk pada tenggorokan dan paru-paru sehingga dapat menyebabkan berbagai macam penyakit.

h. Materi upaya pencegahan diri dari bahaya narkoba dapat diawali dengan meminta peserta didik melakukan diskusi tentang artikel peredaran narkoba. Selain itu guru juga meminta peserta didik untuk mendiskusikan upaya apa saja yang dapat dilakukan untuk menjaga diri dari bahaya narkoba. Guru mengingatkan peserta didik agar aktif dalam berdiskusi.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

1. Hasil analisis: orang yang mengedarkan narkoba harus ditangkap karena orang tersebut telah melanggar hukum, selain itu juga merusak diri orang lain. Narkoba merupakan benda yang diharamkan sehingga penyebarannya perlu untuk dihentikan agar penyebarannya tidak semakin meluas.
2. Kerugian penggunaan narkoba dapat kehilangan kesadaran dan kecanduan. Orang yang sudah kehilangan kesadaran dan kecanduan akan melakukan berbagai cara untuk memperoleh narkoba tersebut. Selain itu pengguna narkoba berisiko mengalami gangguan jiwa serta terserang berbagai penyakit seperti jantung, anemia, HIV, daya

berpikir berkurang, overdosis, bahkan kematian, dan sebagainya seperti yang tertera pada Buku Siswa.

Alternatif Jawaban:

Upaya menjaga diri dari bahaya narkoba diantaranya mengenal dan menilai diri sendiri, meningkatkan harga diri, meningkatkan rasa percaya diri, terampil mengatasi masalah dan mengambil keputusan, memilih pergaulan yang baik dan terampil menolak tawaran narkoba, terampil sebagai agen pencegahan penyalahgunaan narkoba, menerapkan pola hidup sehat, memperkuat iman dan taqwa, melakukan kegiatan yang positif, dan membangun komunikasi dan hubungan yang baik dengan teman dan keluarga.

i. Peserta didik diberikan kesempatan untuk bertanya terkait materi yang belum dipahami.

j. Selanjutnya peserta didik dengan bimbingan guru menyimpulkan pembelajaran hari ini bahwa zat adiktif merupakan zat yang dapat menyebabkan ketergantungan, jenis zat adiktif meliputi narkotika, psikotropika, dan zat psiko-aktif lain, zat adiktif bekerja dengan memengaruhi kerja otak yang bertanggung jawab untuk mengatur perasaan.

k. Setelah menyimpulkan pembelajaran hari ini, peserta didik melaksanakan kegiatan “Ayo, Kita Pikirkan” dan “Ayo, Kita Renungkan”dengan bimbingan guru.

l. Selanjutnya guru memberikan tugas proyek kepada peserta didik untuk membuat karya tulis tentang dampak penggunaan zat aditif dan penyalahgunaan zat adiktif bagi kesehatan yang ada pada kegiatan “Ayo, Kita Kerjakan Proyek”. Selain itu guru juga menugaskan peserta didik secara berkelompok untuk membuat poster tentang upaya pencegahan diri dari bahaya narkoba. Guru juga menginformasikan bahwa pertemuan selanjutnya akan dilaksanakan ulangan harian materi zat aditif dan zat adiktif.

C. Penilaian dan Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi

1. Penilaian

Penilaian untuk mengembangkan karakter dan keterampilan peserta didik dapat dilakukan selama pembelajaran berlangsung melalui berbagai aktivitas. Berkaitan dengan instrumen penilaian, guru dapat merujuk pada bagian umum Bab 3 penilaian pembelajaran IPA. Penilaian kompetensi pengetahuan dapat dilihat pada kisi-kisi pencapaian kompetensi.

2. Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi

a. Kegiatan Peserta Didik

Kisi-kisi pencapaian kompetensi peserta didik melalui berbagai kegiatan yang telah dilakukan selama pembelajaran bab zat aditif dan zat adiktif dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi Melalui Kegiatan Peserta Didik pada Bab 5 Zat Aditif dan Zat Adiktif

Fitur	Materi	Ranah Kognitif					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ayo, Kita Lakukan	Zat aditif dalam makanan dan minuman			✓	✓		
	Pewarna alami dan buatan pada makanan dan minuman			✓	✓		
	Dampak negatif zat aditif dalam makanan dan minuman bagi kesehatan	✓			✓		✓
	Model bahaya rokok				✓		
Ayo, Kita Diskusikan	Solusi pengganti MSG				✓		
	Alasan pengedar narkoba harus ditangkap atau dihukum				✓		
Ayo, Kita Cari Tahu	Kode pewarna makanan		✓	✓			
	Informasi cara membuat gula kelapa		✓				
	Perbedaan rasa pemanis alami dan buatan			✓			
Ayo, Kita Pikirkan	Zat aditif pada makanan dan minuman di lingkungan sekolah				✓		
Ayo, Kita Kerjakan Proyek	Dampak penggunaan zat aditif dan penyalahgunaan zat adiktif bagi kesehatan						✓

b. Uji Kompetensi

Kisi-kisi pencapaian kompetensi peserta didik melalui pengerjaan soal-soal pada uji kompetensi bab zat aditif dan zat adiktif dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi Melalui Pengerjaan Soal-soal pada Uji Kompetensi Bab 5 Zat Aditif dan Zat Adiktif

Indikator Butir Soal	Ranah Kognitif & No Soal					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Menentukan pewarna yang cocok digunakan untuk makanan dan minuman		A1				
Menentukan pewarna alami	A2					
Menyebutkan istilah penyakit yang diperbolehkan mengonsumsi pemanis buatan tanpa kalori	A3					
Menjelaskan alasan penggunaan pengawet pada makanan		A4				
Menentukan bahan pengganti MSG			A5			
Menjelaskan cara pengawetan ikan		A6				
Mengelompokkan zat adiktif berdasarkan pengaruhnya terhadap tubuh		A7				
Menyebutkan istilah efek khayal akibat menggunakan obat psikotropika	A8					
Menyebutkan zat psiko-aktif dalam kopi	A9					
Menjelaskan cara mengatasi orang yang kecanduan psikotropika			A10			
Mengidentifikasi bahan aditif yang biasa ditambahkan pada makanan	B1					
Menjelaskan dampak positif dan negatif konsumsi kopi		B2				
Menjelaskan alasan dilarangnya peredaran narkotika dan psikotropika		B3				
Menjelaskan upaya pemerintah dalam mengurangi peredaran narkoba di Indonesia		B4				
Memberikan pendapat cara menghentikan pengguna narkoba yang sudah kecanduan			B5			

D. Materi Pengayaan

Ada 2 materi pengayaan yakni materi rehabilitasi pecandu narkoba dan materi pengayaan terkait zat aditif alami dan buatan. Guru dapat memilih salah satu materi pengayaan tersebut sebagai pembelajaran pengayaan di sekolah. Penjelasan tentang materi pengayaan adalah sebagai berikut.

1. Rehabilitasi Pecandu Narkoba

Rehabilitasi Pecandu Narkoba

Pernahkah kamu mengetahui orang yang mengalami kecanduan narkoba? Coba pikirkan bagaimanakah cara untuk mengatasi orang yang sudah terlanjur kecanduan narkoba? Orang yang sudah terlanjur kecanduan narkoba sangat sulit untuk disembuhkan, karena gejala kecanduan narkoba sangat menyakitkan. Orang yang kecanduan narkoba kebanyakan sering melakukan tindakan kriminal karena mereka akan melakukan segala cara untuk mendapatkan narkoba. Meskipun pecandu narkoba sulit untuk disembuhkan, tetapi bukan hal yang tidak mungkin untuk disembuhkan. Untuk mengetahui bagaimana cara mengatasi pecandu narkoba mari pelajari materi berikut ini! Mengatasi pecandu narkoba tidak dibawa ke penjara melainkan dibawa ke pusat rehabilitasi. Berikut tahap-tahap rehabilitasi untuk mengatasi pecandu narkoba!

Tahap-Tahap Rehabilitasi Bagi Pecandu Narkoba

1. Tahap rehabilitasi medis (detoksifikasi)

Tahap ini pecandu diperiksa seluruh kesehatannya baik fisik dan mental oleh dokter terlatih. Dokter akan memutuskan apakah pecandu perlu diberikan obat tertentu untuk mengurangi gejala putus zat (sakau) yang diderita. Pemberian obat tergantung dari jenis narkoba dan berat ringannya gejala putus zat. Dalam hal ini dokter butuh kepekaan, pengalaman, dan keahlian guna mendeteksi gejala kecanduan narkoba tersebut.

2. Tahap rehabilitasi non-medis

Tahap ini pecandu ikut dalam program rehabilitasi. Di Indonesia sudah di bangun tempat-tempat rehabilitasi, sebagai contoh di bawah Badan Narkotika Nasional (BNN) adalah tempat rehabilitasi di daerah Lido (Kampus Unitra), Baddoka (Makassar), dan Samarinda. Di tempat rehabilitasi ini, pecandu menjalani berbagai program diantaranya program *therapeutic communities* (TC), 12 *steps* (dua belas langkah), pendekatan keagamaan, dan lain-lain.

3. Tahap bina lanjut (*after care*)

Tahap ini pecandu diberikan kegiatan sesuai dengan minat dan bakat untuk mengisi kegiatan sehari-hari. Pecandu dapat kembali ke sekolah atau tempat kerja namun tetap berada di bawah pengawasan. Untuk setiap tahap rehabilitasi diperlukan pengawasan dan evaluasi secara terus menerus terhadap proses pemulihan seorang pecandu.

Beberapa metode terapi dan rehabilitasi yang digunakan untuk penanganan pecandu narkoba di Indonesia antara lain:

1. *Cold turkey*; artinya seorang pecandu langsung menghentikan penggunaan narkoba/zat adiktif. Metode ini merupakan metode tertua, dengan mengurung pecandu dalam masa putus obat tanpa memberikan obat-obatan. Setelah gejala putus obat hilang, pecandu dikeluarkan dan diikutsertakan dalam sesi konseling (rehabilitasi non-medis). Metode ini banyak digunakan oleh beberapa panti rehabilitasi dengan pendekatan keagamaan dalam fase detoksifikasinya.
2. Metode alternatif
3. Terapi substitusi opioda; hanya digunakan untuk pasien-pasien ketergantungan heroin (opioda). Untuk pengguna opioda *hard core addict* (pengguna opioda yang telah bertahun-tahun menggunakan opioda suntikan), pecandu biasanya mengalami kekambuhan kronis sehingga perlu berulang kali menjalani terapi ketergantungan. Kebutuhan heroin (narkotika ilegal) diganti (substitusi) dengan narkotika legal. Beberapa obat yang sering digunakan adalah kodein, bufrenorphin, metadon, dan nalrekson. Obat-obatan ini digunakan sebagai obat detoksifikasi, dan diberikan dalam dosis yang sesuai dengan kebutuhan pecandu, kemudian secara bertahap dosisnya diturunkan. Keempat obat tersebut telah banyak beredar di Indonesia dan perlu adanya kontrol penggunaan untuk menghindari adanya penyimpangan/penyalahgunaan obat-obatan ini yang akan berdampak fatal.
4. *Therapeutic community* (TC); metode ini bertujuan untuk menolong pecandu agar mampu kembali ke tengah masyarakat dan dapat kembali menjalani kehidupan yang produktif. Program TC, merupakan program yang disebut *Drug Free Self Help Program*. Program ini mempunyai sembilan elemen yaitu partisipasi aktif, *feedback* dari keanggotaan, *role modelling*, format kolektif untuk perubahan pribadi, *sharing* norma dan nilai-nilai, struktur & sistem, komunikasi terbuka, hubungan kelompok dan penggunaan terminologi unik. Aktivitas dalam TC akan menolong peserta belajar mengenal dirinya melalui lima area pengembangan kepribadian, yaitu manajemen perilaku, emosi/psikologis, intelektual & spiritual, vokasional, dan pendidikan, keterampilan untuk bertahan bersih dari narkoba.

5. Metode 12 *steps*; Pecandu yang mengikuti program ini dimotivasi untuk mengimplementasikan ke 12 langkah ini dalam kehidupan sehari-hari. Berikut adalah program 12 langkah:
   a. Kita mengakui bahwa kita tidak berdaya terhadap adiksi, sehingga hidup kita menjadi tidak terkendali.
   b. Tiba pada keyakinan bahwa kekuatan yang lebih besar dari kita yaitu Tuhan yang mampu mengembalikan kita kepada kewarasan.
   c. Membuat keputusan untuk mengalihkan niat dan kehidupan kita kepada kasih Tuhan sebagaimana kita memahami Tuhan.
   d. Membuat inventaris moral diri kita sendiri secara penuh dan tanpa rasa gentar.
   e. Mengakui kepada Tuhan, kepada diri kita sendiri serta kepada seorang manusia lainnya, setepat mungkin sifat dari kesalahan-kesalahan kita.
   f. Menjadi siap secara penuh agar Tuhan menyingkirkan semua kecacatan karakter kita.
   g. Dengan rendah hati meminta Tuhan untuk menyingkirkan kelemahan-kelemahan kita.
   h. Membuat daftar orang-orang yang telah kita sakiti dan menyiapkan diri untuk menebusnya kepada mereka semua.
   i. Menebus kesalahan kita secara langsung kepada orang-orang tersebut bilamana memungkinkan, kecuali bila melakukannya akan justru melukai mereka atau orang lain.
   j. Secara terus menerus melakukan inventaris pribadi kita dan bilamana kita bersalah segera mengakui kesalahan kita.
   k. Melakukan pencarian melalui doa dan meditasi untuk memperbaiki kontak sadar kita dengan Tuhan sebagaimana kita memahami Tuhan, berdoa terus menerus untuk mengetahui niatan Tuhan atas diri kita dan kekuatan untuk melaksanakannya.
   l. Setelah memperoleh pencerahan pribadi sebagai akibat dari langkah-langkah ini, kita mencoba membawa pesan ini kepada orang/pecandu lain dan untuk menerapkan prinsip-prinsip ini dalam semua urusan keseharian kita.

2. Zat Aditif Alami dan Zat Aditif Buatan

Guru dapat meminta peserta didik secara berkelompok untuk membuat/ merancang artikel/bacaan tentang bahan zat aditif (salah satu zat aditif misalnya pemanis atau pewarna atau lainnya). Setiap kelompok diberi tugas untuk membuat artikel/bacaan yang berbeda misalnya ada kelompok yang setuju dengan penggunaan zat aditif alami dan ada kelompok yang setuju menggunakan zat aditif buatan. Kemudian masing-masing kelompok diminta untuk mempresentasikan hasil pembuatan artikel/bacaan, dan kelompok yang memiliki beda pendapat dapat mengemukakan opininya seperti ada kubu pro dan kontra (kegiatan presentasi ini dilakukan 1 kelompok pro zat aditif alami dan 1 kelompok pro zat aditif buatan, dan selanjutnya presentasinya bergantian dengan kelompok lain sampai semua kelompok mempresentasikan artikelnya).

E. Interaksi dengan Orangtua

Sesuai dengan materi yang ada di Buku Siswa, ada beberapa hal yang perlu ada interaksi dengan orang tua, yaitu:

a. Membantu peserta didik mencari alat dan bahan untuk percobaan,
b. Membantu peserta didik untuk memperoleh informasi tentang cara membuat gula dan bahan pengganti MSG yang sering digunakan di rumah,
c. Membantu peserta didik dalam memberikan arahan terkait bahaya narkoba serta cara untuk menanggulangi agar terhindar dari narkoba.

F. Kunci Jawaban Uji Kompetensi

1. Pilihan Ganda

1. C
2. D
3. B
4. B
5. C
6. C
7. B
8. C
9. B
10. B

2. Uraian

1. Pemanis, penyedap rasa, pewarna, pengawet, dan pemberi aroma.
2. Dampak positif: dapat meningkatkan kerja otak, peningkatan performa kognitif, membantu siswa untuk belajar dalam periode waktu yang panjang karena menghilangkan rasa mengantuk.

   Dampak negatif: dapat menimbulkan gejala fisik dan psikologis seperti peningkatan tekanan darah dan denyut jantung, sakit kepala, kejang, anxietas, insomnia, iritabilitas, dan lain-lain.
3. Narkotika dan psikotropika dilarang peredarannya karena konsumsi kedua obat ini dalam dosis besar dapat memberikan efek yang fatal pada tubuh seperti kecanduan bahkan kematian. Selain itu dapat menyebabkan gangguan pada psikologi dan sistem saraf pusat pengguna. Peredaran narkotika dan psikotropika juga memicu seseorang untuk bertindak kriminal.
4. Upaya pemerintah dalam mengurangi peredaran narkoba di Indonesia dengan memberlakukan undang-undang pidana bagi pengedar dan pengguna, mengadakan sosialisasi kepada masyarakat terkait dampak penggunaan narkoba, memberlakukan sistem tes urine dalam perekrutan anggota dalam suatu instansi, dan sebagainya.
5. Cara agar seseorang dapat berhenti dalam menggunakan narkoba dengan datang ke tempat-tempat rehabilitasi dan mengikuti program rehabilitasi yang ada di sana. Selain itu juga dengan mendekatkan diri kepada Tuhan.

G. Tugas Proyek

Kegiatan proyek membuat karya tulis tentang dampak penggunaan zat aditif dan penyalahgunaan zat adiktif bagi kesehatan. Guru dapat meminta peserta didik membentuk kelompok dalam mengerjakan kegiatan proyek. Tugas proyek ini dapat dilaksanakan oleh peserta didik selama ± 1 minggu. Tugas proyek diberikan pada akhir kegiatan pembelajaran tentang zat aditif dan zat adiktif dan dikumpulkan sebelum ulangan harian berlangsung. Guru dapat meminta peserta didik untuk mempresentasikan hasil karya tulis.

6 Petunjuk Pembelajaran: Sistem Peredaran Darah Manusia

Sumber: Santoambrosius.org

A. Pengantar

Bab 6 memuat materi tentang sistem peredaran darah manusia. Ada dua bagian materi yang akan dipelajari oleh peserta didik pada bab ini, bagian pertama adalah struktur dan fungsi sistem peredaran darah, sedangkan bagian kedua adalah gangguan dan kelainan pada sistem peredaran darah dan upaya untuk mencegah dan menanggulanginya. Materi yang dipelajari oleh peserta didik pada bagian pertama yaitu darah serta jantung dan pembuluh darah. Pada bagian kedua peserta didik mempelajari gangguan dan kelainan pada sistem peredaran darah dan upaya untuk mencegah dan menanggulanginya. Seluruh materi pada bab ini diajarkan melalui kegiatan diskusi, pemecahan masalah, penyelidikan, menganalisis data, dan mencari informasi melalui lingkungan sekitar, media massa, ataupun media elektronik. Setelah mempelajari seluruh bagian yang terdapat pada Bab 6, peserta didik mendapatkan tugas untuk menyelesaikan proyek. Proyek yang harus diselesaikan oleh peserta didik adalah membuat model sistem peredaran darah pada tubuh manusia. Apabila peserta didik telah selesai membuat model tersebut, peserta didik diminta untuk mempresentasikan hasilnya di depan kelas.

1. Kompetensi Dasar

3.7 Menganalisis sistem peredaran darah pada manusia dan memahami gangguan pada sistem peredaran darah, serta upaya menjaga kesehatan sistem peredaran darah
4.7 Menyajikan hasil percobaan pengaruh aktivitas (jenis, intensitas, atau durasi) dengan frekuensi denyut jantung

2. Indikator Pencapaian Kompetensi

Pada kegiatan pembelajaran di kelas, guru dapat mengembangkan sendiri indikator pencapaian kompetensi dengan disesuaikan pada kondisi peserta didik masing-masing. Berikut ini dipaparkan contoh indikator pencapaian kompetensi yang dapat dijabarkan dari KD 3.7 dan KD 4.7.

3.7.1 Mendeskripsikan fungsi darah
3.7.2 Membuat model komponen penyusun darah
3.7.3 Mendeskripsikan karakteristik masing-masing komponen penyusun darah
3.7.4 Menjelaskan fungsi masing-masing komponen penyusun darah
3.7.5 Menjelaskan keterkaitan antara tempat tinggal dengan jumlah sel darah merah dalam darah
3.7.6 Mendeskripsikan proses pembekuan darah
3.7.7 Mendeskripsikan karakteristik golongan darah A, B, AB, dan O
3.7.8 Mendeskripsikan karakteristik jantung dan pembuluh darah

3.7.9 Mengidentifikasi perbedaan antara pembuluh nadi (arteri) dengan pembuluh balik (vena)
3.7.10 Menjelaskan keterkaitan antara hasil pengukuran darah dengan kondisi pembuluh darah
3.7.11 Mendeskripsikan proses peredaran darah pada manusia
3.7.12 Mendeskripsikan beberapa faktor yang memengaruhi frekuensi denyut jantung
3.7.13 Mendeskripsikan gangguan dan kelainan pada sistem peredaran darah dan upaya untuk mencegah dan mengatasinya
4.7.1 Membuat model sistem peredaran darah
4.7.2 Menyajikan hasil percobaan tentang pengaruh jenis dan intensitas aktivitas serta jenis kelamin dengan frekuensi denyut jantung

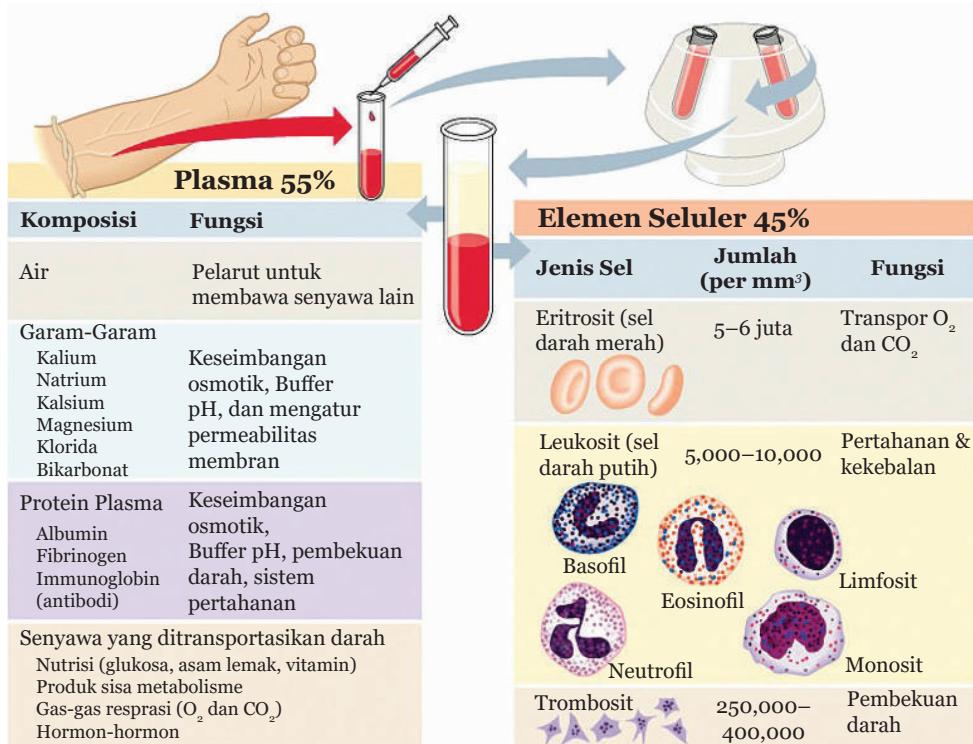
3. Alokasi Waktu

Pembelajaran dan penilaian Bab 6 tentang sistem peredaran darah manusia memerlukan waktu 10 jam atau 4 kali tatap muka (TM) (dengan asumsi 5 JP/minggu diorganisasikan menjadi dua kali TM, yakni 3 JP dan 2 JP). Pengorganisasian 4 TM tersebut adalah sebagai berikut.

Tabel 6.1 Penjabaran Materi Pembelajaran Tiap Pertemuan pada Bab 6

Pertemuan Ke	Materi
1	Darah ▪ Komponen penyusun darah ▪ Plasma darah ▪ Sel darah merah (eritrosit) ▪ Sel darah putih (leukosit) ▪ Keping darah (trombosit) ▪ Fungsi darah
2	Jantung dan pembuluh darah ▪ Frekuensi denyut jantung ▪ Faktor yang memengaruhi frekuensi denyut jantung ▪ Pembuluh darah ▪ Peredaran darah pada manusia
3	Gangguan dan kelainan pada sistem peredaran darah dan upaya untuk mencegah serta menanggulanginya ▪ Macam gangguan dan kelainan pada sistem peredaran darah
4	▪ Ulangan harian

4. Materi Esensial

a. Darah tersusun atas plasma darah, sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit), dan keping-keping darah (trombosit). Kurang lebih 55% bagian dari darah adalah plasma darah, kurang lebih 45% bagian dari darah adalah sel darah merah, dan sisanya adalah sel darah putih. Gambar 6.1 memperlihatkan komponen penyusun darah.

Sumber: Campbell et al. 2008

Gambar 6.1 Komponen Penyusun Darah

b. Plasma darah tersusun atas 91,5% air (H_2O) dan 8,5% zat-zat terlarut, terutama protein. Selain protein zat-zat yang terlarut dalam plasma darah antara lain nutrisi (glukosa, asam lemak, asam amino, dan vitamin), hormon, enzim, gas-gas (O_2, CO_2, dan N_2), dan zat-zat sisa seperti urea dan amonia (NH_3). Di dalam plasma juga terdapat elektrolit ion kalium (K^+), ion natrium (Na^+), ion kalsium (Ca^{2+}), dan ion klorida (Cl^-).

c. Sel darah merah (eritrosit) berbentuk bulat pipih dengan bagian tengahnya cekung (bikonkaf). Sel darah merah tidak memiliki inti sel. Eritrosit berfungsi untuk mengangkut oksigen dari paru-paru ke sel-sel

seluruh tubuh. Satu milimeter kubik darah (kurang lebih sekitar satu tetes) terdiri dari lima juta lebih sel darah merah. Warna merah pada darah disebabkan karena adanya hemoglobin (Hb) dalam sel darah merah.

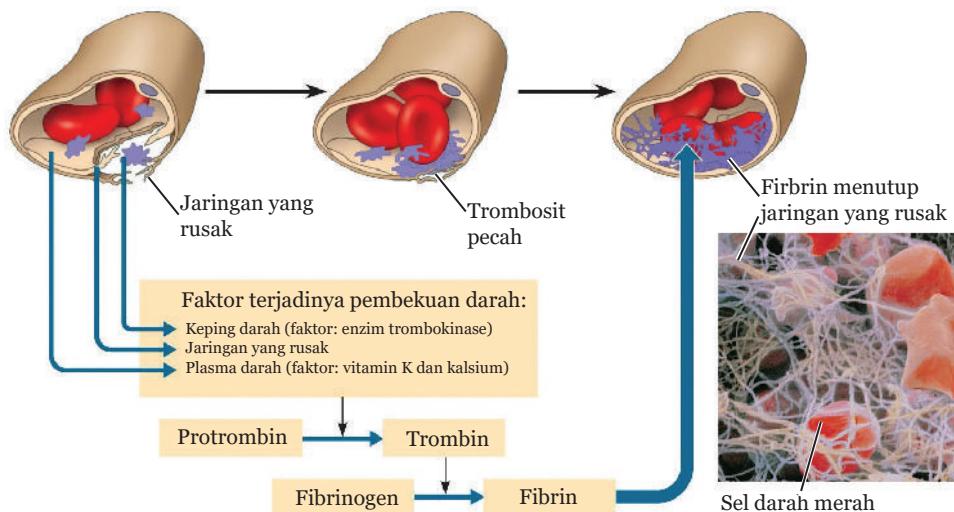
d. Ketika dalam paru-paru, hemoglobin dalam sel darah merah mempunyai daya ikat yang tinggi terhadap oksigen, sehingga akan mengikat oksigen membentuk kompleks oksihemoglobin.

e. Ketika sel darah merah berada dalam jaringan tubuh, daya ikat hemoglobin terhadap oksigen berkurang, sehingga oksigen terlepas dari hemoglobin menuju sel-sel tubuh. Sebaliknya, saat berada dalam jaringan tubuh, daya ikat hemoglobin terhadap karbon dioksida tinggi. Karbon dioksida membentuk ikatan dengan hemoglobin membentuk karbamino-hemoglobin. Sel darah merah yang mengandung karbamino-hemoglobin selanjutnya menuju paru-paru. Di dalam paru-paru karbon dioksida dilepaskan untuk dikeluarkan dari tubuh.

f. Sel darah merah hanya berusia sekitar 120 hari. Sel yang telah tua dan usang akan dihancurkan di hati dan limpa. Selanjutnya, di dalam hati, hemoglobin dirombak, kemudian dijadikan pigmen bilirubin (pigmen empedu).

g. Sel darah putih (leukosit) memiliki bentuk yang tidak tetap atau bersifat ameboid dan mempunyai inti. Fungsi utama dari sel darah putih adalah melawan kuman/bibit penyakit yang masuk ke dalam tubuh dan membentuk antibodi. Satu milimeter kubik darah mengandung sekitar 8.000 sel darah putih.

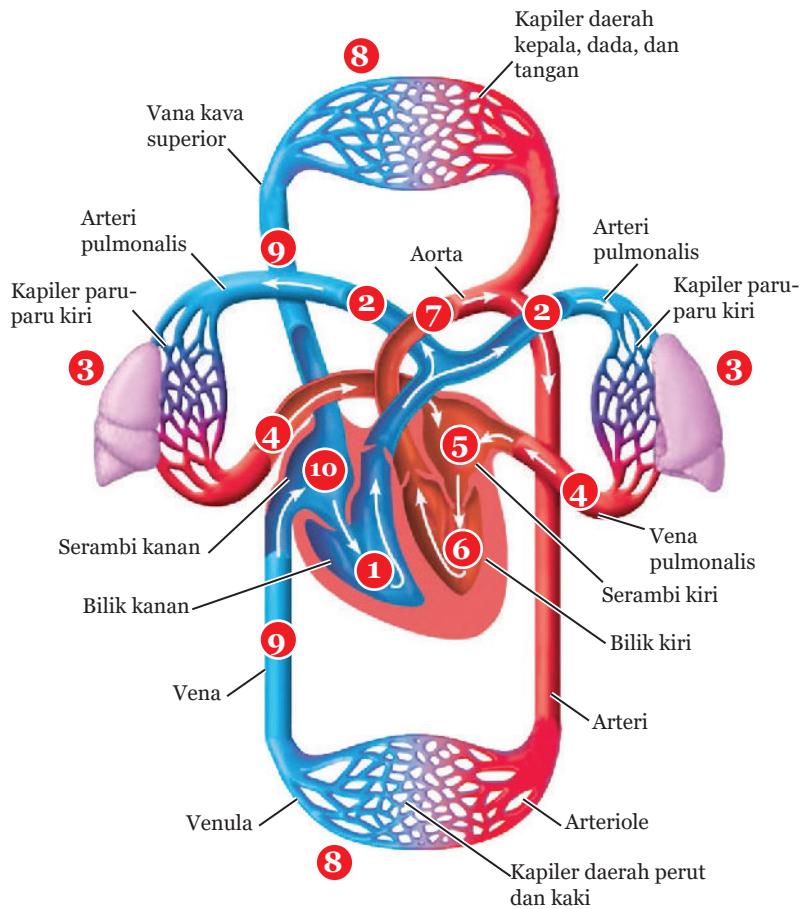
h. Berdasarkan ada tidaknya butir-butir kasar (granula) dalam sitoplasma, leukosit dapat dibedakan menjadi granulosit dan agranulosit. Leukosit jenis granulosit terdiri atas eosinofil, basofil, dan netrofil. Agranulosit terdiri atas limfosit dan monosit.

i. Bentuk trombosit beraneka ragam, yaitu bulat, oval, dan memanjang. Trombosit tidak berinti dan bergranula. Keping darah sangat berhubungan dengan proses mengeringnya luka, sehingga tidak heran jika ada yang menyebut keping darah dengan sel darah pembeku. Proses pembekuan darah dapat dilihat pada Gambar 6.2.

Sumber: Campbell *et al.* 2008

Gambar 6.2 Proses Pembekuan Darah

j. Fungsi darah antara lain menjaga kestabilan suhu tubuh, sistem kekebalan tubuh, alat transportasi nutrisi dan sisa metabolisme, alat transportasi O_2.

k. Jantung terdiri atas 4 ruangan, yaitu serambi (atrium) kiri dan serambi (atrium) kanan serta bilik (ventrikel) kiri dan bilik (ventrikel) kanan.

l. Darah dari seluruh tubuh, akan masuk pertama kali ke serambi kanan, sehingga darah dalam serambi kanan banyak mengandung CO_2. Dari serambi kanan, darah akan melewati katup trikuspidalis (berdaun tiga) menuju bilik kanan. Darah yang ada dalam bilik kanan, dipompa oleh bilik kanan melewati arteri pulmonalis menuju paru-paru agar CO_2 dalam darah terlepas dan terjadi pengikatan O_2. Darah dari paru-paru mengalir melalui vena pulmonalis menuju serambi kiri, sehingga darah dalam serambi kiri banyak mengandung O_2. Darah dari serambi kiri turun melalui katup bikuspidalis (berdaun dua) menuju bilik kiri. Bilik kiri akan memompa darah ke seluruh tubuh melalui pembuluh aorta. Gambar 6.3 memperlihatkan aliran darah pada peredaran darah manusia.

Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 6.3 Peredaran Darah Manusia

m. Pembuluh darah dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu pembuluh nadi (arteri), pembuluh balik (vena), dan kapiler. Arteri merupakan pembuluh darah yang mengalirkan darah keluar jantung, sedangkan vena mengalirkan darah masuk ke dalam jantung. Ujung arteri dan vena bercabang-cabang menjadi pembuluh-pembuluh kecil yang disebut pembuluh kapiler.

n. Faktor-faktor yang memengaruhi frekuensi denyut jantung antara lain kegiatan atau aktivitas tubuh, jenis kelamin, suhu tubuh, umur dan komposisi ion.

o. Gangguan pada sistem peredaran darah antara lain jantung koroner, *stroke*, varises, anemia, hipertensi dan hipotensi.

B. Kegiatan Pembelajaran

Pada pembelajaran Bab 6 tentang sistem peredaran darah manusia guru dapat menerapkan model pembelajaran, *Group Investigation* (GI), *discovery learning*, *Creative Problem Solving* (CPS), dan model pembelajaran lain yang prosesnya berbasis *scientific approach*.

Pertemuan 1, Materi: Darah

a. Guru mengawali kegiatan pembelajaran dengan mengajak peserta didik untuk bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah menciptakan sistem peredaran darah. Selanjutnya, guru memberikan beberapa pertanyaan kepada peserta didik sebagai berikut.
   - "Pernahkah bagian tubuhmu terluka?"
   - "Proses apa yang terjadi sehingga luka pada bagian tubuhmu tersebut tidak mengeluarkan darah lagi"
   - "Apa yang terjadi dengan tubuhmu jika darah keluar secara terus-menerus?"

b. Selanjutnya peserta didik diajak bersyukur kembali kepada Tuhan Yang Maha Esa karena telah menciptakan mekanisme pembekuan darah sehingga ketika ada bagian tubuh yang terluka dan mengeluarkan darah, darah tersebut dapat berhenti.

c. Peserta didik mencermati Gambar 6.2 tentang komponen penyusun darah yang terdapat pada Buku Siswa. Hal yang harus dipahami oleh peserta didik dari gambar ini adalah darah bukanlah cairan yang seperti air, melainkan darah merupakan jaringan pengikat yang berwujud cair. Darah tersusun atas dua komponen utama yaitu plasma dan elemen seluler (sel darah merah dan sel darah putih).

d. Guru memotivasi peserta didik untuk bertanya tentang komponen-komponen penyusun darah. Guru dapat memberikan beberapa pertanyaan yang dapat menstimulasi keterampilan menanya peserta didik.

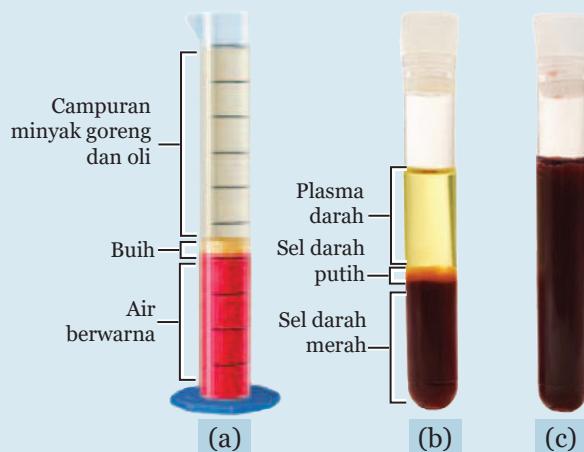
e. Peserta didik dibimbing untuk melakukan Aktivitas 6.1 model komponen penyusun darah dan menjawab pertanyaan-pertanyaan yang terdapat pada aktivitas tersebut. Pada saat peserta didik melakukan aktivitas tersebut, guru hendaknya mengingatkan peserta didik agar melakukan percobaan dengan bersungguh-sungguh, cermat, dan teliti.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 6.1 Model Komponen Penyusun Darah

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Ada 3 lapisan yang terbentuk. Bagian paling atas dan jumlahnya paling banyak adalah plasma darah. Bagian tengah dan jumlahnya paling sedikit adalah sel darah putih. Bagian paling bawah dan berwarna merah adalah sel darah merah.
2. Lapisan yang terbentuk seperti pada gambar berikut.

3. Berikut adalah hasil dari percobaan model komponen penyusun darah yang serupa dengan hasil sentrifugasi dari darah.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 6.4 Komponen Penyusun Darah

f. Peserta didik diminta mempresentasikan hasil percobaan di depan kelas dan mendiskusikannya dengan teman sekelas. Jika terdapat materi atau hasil percobaan yang belum dimengerti oleh peserta didik, guru dapat memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk bertanya. Guru memberikan konfirmasi terhadap hasil diskusi kelas dan materi yang belum dipahami oleh peserta didik.

g. Peserta didik mempelajari karakteristik dan fungsi masing-masing komponen penyusun darah. Selain itu, peserta didik juga mempelajari fitur "Tahukah Kamu?" yang berisi tentang sistem penggolongan darah ABO.

h. Peserta didik dibimbing untuk menjawab pertanyaan yang terdapat pada fitur "Ayo, Kita Diskusikan". Sebelum menjawab pertanyaan yang terdapat pada fitur ini, guru sebaiknya mengingatkan peserta didik untuk bekerja sama bersama teman satu kelompoknya.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

Beberapa macam fungsi darah adalah sebagai berikut.

1. **Fungsi pengangkutan (transportasi)**

Darah mengandung berbagai macam zat organik, zat anorganik, dan gas. Zat-zat tersebut berada dalam darah hanya sementara dan harus disampaikan ke jaringan atau organ-organ yang memerlukan. Oleh karena itu, fungsi darah yang berkaitan dengan pengangkutan yaitu mengangkut berbagai macam zat-zat makanan, oksigen, sisa-sisa metabolisme, hormon, enzim-enzim, dan antibodi.

2. **Fungsi perlindungan (proteksi)**

Fungsi perlindungan darah dilakukan terutama oleh trombosit (pada proses pembekuan darah dan menutup luka). Selain itu dilakukan oleh leukosit (fagositik atau memakan zat-zat asing yang masuk ke dalam tubuh dan untuk produksi antibodi).

3. **Pengaturan**

Pengaturan (homeostasis) merupakan usaha tubuh untuk mencapai keadaan yang seimbang antara kondisi tubuh dengan kondisi lingkungan. Berikut ini akan dipaparkan berlangsungnya proses pengaturan tersebut.

- Pengaturan kandungan air jaringan

Air yang berada dalam cairan intraseluler maupun intertisial sebenarnya berasal dari darah. Tekanan hidrostatis darah menyebabkan terjadinya filtrasi zat-zat dari dalam kapiler, sedangkan protein yang berukuran besar yang tetap tinggal dalam darah menyebabkan

berlangsungnya pengembalian secara osmotik dari cairan intertisial ke dalam kapiler. Oleh karena itu, perubahan pasif dan pengaturan (regulasi), sebagian besar bergantung pada komposisi darah.

- Pengaturan suhu tubuh (termoregulasi)

Plasma darah tersusun atas 91,5% air (H_2O) dan 8,5% zat-zat terlarut, terutama protein. Oleh karena itu, dapat diketahui bahwa sebagian besar komponen penyusun plasma adalah air. Air adalah zat yang dapat menyerap banyak panas dengan sedikit mengalami perubahan suhu. Air yang berada pada plasma darah akan menyerap kelebihan panas yang dihasilkan oleh metabolisme tubuh. Panas ini selanjutnya akan diangkut ke kulit dan paru-paru untuk dibuang.

- Pengaturan keasaman (pH)

Keasaman darah (pH darah) harus dijaga dalam rentangan tertentu untuk menunjang fungsi darah secara maksimal. Proses pengaturan pH darah dilakukan oleh garam anorganik, protein plasma dan sel-sel.

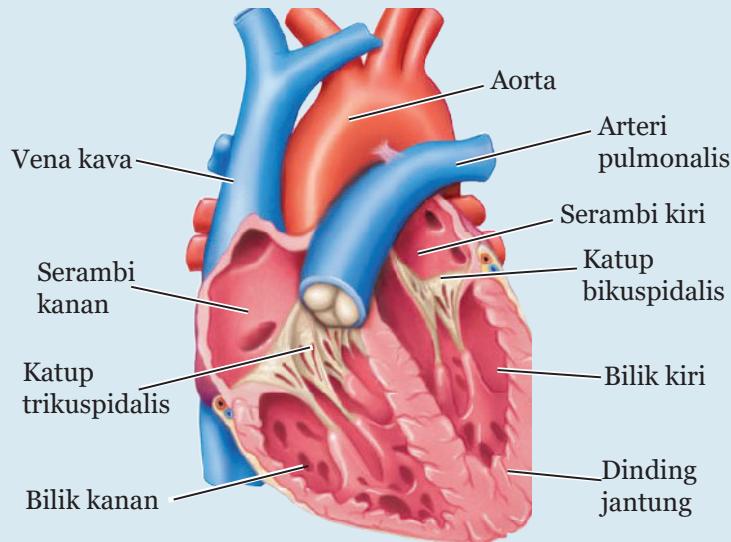
i. Setelah peserta didik selesai mempelajari semua materi, selanjutnya peserta didik bersama guru menyimpulkan materi yang telah dipelajari.

j. Pada akhir kegiatan pembelajaran guru dapat menugaskan peserta didik untuk membaca materi tentang jantung dan pembuluh darah. Materi ini akan dipelajari oleh peserta didik pada pertemuan yang akan datang.

Pertemuan 2, Materi: Jantung dan Pembuluh Darah

a. Guru dapat mengawali kegiatan pembelajaran pada pertemuan ini dengan mengajak peserta didik menjawab pertanyaan yang terdapat pada fitur "Ayo, Kita Pikirkan".

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Pikirkan!

Apabila kita memegang bagian dada maka tangan kita akan dapat merasakan ada bagian yang berdenyut di bagian dalam dada. Bagian tersebut adalah jantung. Gambar 6.5 adalah gambar jantung beserta bagian-bagiannya.

Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 6.5 Bagian-bagian Jantung

Jantung merupakan organ berongga, berbentuk kerucut, memiliki pompa berupa otot. Terletak pada mediastinum dari dada dan letaknya menyentuh diafragma. Ukuran jantung bervariasi dengan ukuran tubuh. Jantung orang dewasa rata-rata memiliki panjang sekitar 14 sentimeter dan lebar 9 cm. Jantung berbatasan lateral dengan paru-paru, posterior dengan kolom tulang belakang, dan anterior oleh sternum. Dasar jantung, yang melekat pada beberapa pembuluh darah besar, terletak di bawah tulang rusuk kedua. Ujung distal jantung memanjang ke bawah dan ke kiri, berakhir sebagai apeks yang mengarah pada tingkat ruang interkostal sehingga kita dapat mengetahui detak jantung apikal dengan merasakan atau mendengarkan pada dada di antara rusuk kelima dan keenam, sekitar 7,5 cm di sebelah kiri garis tengah.

b. Selanjutnya, peserta didik dibimbing untuk mempelajari bagian-bagian jantung dan cara kerja jantung. Agar peserta didik dapat dengan mudah memahami bagian-bagian jantung, guru dapat mengarahkan peserta didik untuk mencermati Gambar 6.6 bagian-bagian jantung yang terdapat di Buku Siswa. Berdasarkan gambar tersebut dapat diketahui bahwa jantung terdiri atas 4 ruangan, yaitu serambi (atrium) kiri dan serambi (atrium) kanan serta bilik (ventrikel) kiri dan bilik (ventrikel) kanan. Serambi jantung terletak pada bagian atas, sedangkan bilik jantung terletak di sebelah bawah. Di antara serambi kanan dan bilik kanan terdapat katup trikuspidalis sedangkan di antara serambi kiri dan bilik kiri terdapat katup bikuspidalis. Katup ini berfungsi agar darah tidak dapat kembali ke serambi.

c. Peserta didik selanjutnya mempelajari materi tentang pembuluh darah, peredaran darah pada manusia dan frekuensi denyut jantung. Guru memotivasi peserta didik untuk bertanya tentang pembuluh darah, peredaran darah, dan frekuensi denyut jantung. Agar dapat menstimulasi keterampilan menanya peserta didik, guru dapat memberikan beberapa pertanyaan terlebih dahulu.

d. Setelah mempelajari materi-materi tersebut, peserta didik melakukan Aktivitas 6.2 menyelidiki faktor-faktor yang memengaruhi frekuensi denyut jantung yang terdapat pada fitur "Ayo, Kita Lakukan". Sebelum menyelesaikan tugas yang terdapat pada fitur ini, hendaknya peserta didik diingatkan untuk bekerja sama dengan teman satu kelompok, terutama dalam melakukan pembagian tugas. Setelah peserta didik selesai melakukan kegiatan I-III dan mendapatkan hasilnya, peserta didik mendapatkan tugas untuk membuat artikel tentang hasil kegiatan yang telah dilakukan, yaitu tentang faktor-faktor yang memengaruhi frekuensi denyut jantung. Setelah artikel tersebut selesai disusun, guru dapat meminta peserta didik untuk menempelkan hasilnya di majalah dinding kelas.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 6.2 Menyelidiki Faktor-faktor yang Memengaruhi Frekuensi Denyut Jantung

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Nadi merupakan pembuluh arteri. Arteri merupakan pembuluh darah yang mengalirkan darah keluar dari jantung. Apabila bagian ventrikel (bilik) berkontraksi untuk mendorong darah keluar dari jantung, maka akan menyebabkan pembuluh arteri mengembung (merentang). Penggembungan dinding-dinding arteri ini sejalan dengan setiap detak jantung. Adanya penggembungan pada dinding arteri ini menyebabkan kita dapat merasakan denyut nadi. Oleh karena itu kita dapat menghitung denyut jantung dengan cara menghitung denyut nadi.
2. Pada umumnya perempuan memiliki frekuensi denyut jantung yang lebih tinggi daripada laki-laki. Pada kondisi normal, denyut jantung perempuan berkisar antara 72-80 denyutan/menit, sedangkan denyut jantung laki-laki berkisar antara 64-72 denyutan/menit.
3. Orang yang melakukan aktivitas memerlukan lebih banyak sumber energi berupa glukosa dan oksigen dibandingkan dengan orang yang tidak melakukan aktivitas seperti duduk santai atau tiduran. Agar

dapat memenuhi kebutuhan sumber energi dan oksigen tersebut, jantung harus memompa darah lebih cepat. Untuk mempercepat denyut jantung, kelenjar adrenal medula menghasilkan hormon adrenalin (epineprin). Hormon tersebut akan ditangkap oleh reseptor tertentu yang memicu frekuensi jantung meningkat. Oleh karena itu, semakin berat aktivitas tubuh yang dilakukan oleh seseorang, maka semakin tinggi pula frekuensi denyut jantungnya.

4. Di antara kegiatan berlari selama 1 menit dan berlari selama 2 menit yang menyebabkan frekuensi denyut jantung lebih tinggi adalah berlari selama 2 menit. Hal ini karena semakin lama aktivitas yang dilakukan oleh seseorang maka akan semakin banyak pula sumber energi berupa glukosa dan oksigen yang diperlukan. Agar dapat memenuhi kebutuhan sumber energi dan oksigen tersebut, maka jantung harus memompa darah lebih cepat, sehingga frekuensi denyut jantung meningkat.
5. Iya, jenis kelamin, jenis aktivitas, dan intensitas dalam beraktivitas memengaruhi frekuensi denyut jantung.

e. Setelah menyelesaikan Aktivitas 6.2, peserta didik mempelajari faktor -faktor yang memengaruhi frekuensi denyut jantung.

f. Selanjutnya, peserta didik menyelesaikan soal yang terdapat pada fitur "Ayo, Kita Diskusikan" tentang denyut jantung.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

Rata-rata maksimum detak jantung seseorang berkaitan dengan usianya. Rata-rata maksimum detak jantung seseorang berkaitan dengan usianya. Jika diketahui a = usia, maka:

Formula lama:
Maksimum rata-rata denyut jantung: $220 - a$
Direkomendasikan denyut jantung maksimal = $220 - a$.

Formula baru:
Direkomendasikan denyut jantung maksimal = $208 - (0{,}7 \times a)$.
Penggunaan kedua rumus tidak ada perbedaan sama sekali sebagai berikut.

$220 - a = 208 - 0{,}7a$
$220 - 208 = a - 0.7a$
$12 = 0{,}3a$
$a = 40$

Jadi, penggunaan kedua rumus menghasilkan perhitungan sama (tidak ada perbedaan sama sekali) adalah pada usia 40 tahun.

g. Pada akhir kegiatan pembelajaran, peserta didik bersama dengan guru menyimpulkan materi yang dipelajari pada hari ini.

h. Guru dapat memberikan tugas kepada peserta didik untuk membaca subbab gangguan pada sistem peredaran darah dan upaya untuk mencegah dan menanggulanginya.

i. Pada akhir pertemuan, guru dapat menjelaskan tentang tugas proyek tentang membuat model sistem peredaran darah kepada peserta didik, yang meliputi perencanaan yang harus dilakukan peserta didik, tahap pelaksanaan, waktu pengumpulan tugas proyek serta sistem penilaian yang diterapkan terhadap proses dan hasil kerja proyek.

Pertemuan 3, Materi: Gangguan dan Kelainan pada Sistem Peredaran Darah dan Upaya untuk Mencegah serta Menanggulanginya

a. Pada bagian ini peserta didik akan mempelajari tentang berbagai macam gangguan dan kelainan yang terjadi pada sistem peredaran darah serta upaya untuk mencegah dan mengatasi gangguan dan kelainan tersebut.

b. Guru dapat mengawali kegiatan pembelajaran dengan memberikan pertanyaan kepada peserta didik dengan pertanyaan sebagai berikut.
   - "Pernahkah kamu mendengar ada seseorang yang terkena serangan jantung atau penyakit *stroke*? Bagaimanakah gejala atau tanda-tanda dari penyakit tersebut? Upaya apa yang dapat kamu lakukan untuk menghindari terjadinya gangguan tersebut? Usaha apa yang dapat kamu lakukan jika kamu menjumpai ada orang yang tiba-tiba mengalami serangan jantung atau penyakit *stroke*?

c. Agar peserta didik dapat dengan mudah memahami materi ini, guru dapat memberikan tugas kepada peserta didik untuk membaca materi ini kemudian peserta didik diminta untuk membuat rangkuman atau peta konsep atau *mind map* dari materi ini. Tugas ini dapat diselesaikan secara berkelompok, dengan jumlah anggota kelompok sebanyak 2-3 anak. Selanjutnya, secara bergantian peserta didik diminta untuk mempersentasikan hasilnya di depan kelas atau menempelkan hasil pekerjaannya di majalah dinding kelas.

C. Penilaian dan Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi

1. Penilaian

Penilaian sikap untuk mengembangkan karakter dan keterampilan peserta didik dapat dilakukan selama pembelajaran berlangsung melalui berbagai aktivitas. Berkaitan dengan instrumen penilaian guru dapat merujuk pada Bagian Umum Bab 3 Penilaian Pembelajaran IPA. Penilaian kompetensi pengetahuan dapat dilihat pada kisi-kisi pencapaian kompetensi.

2. Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi

a. Kegiatan Peserta Didik

Kisi-kisi pencapaian kompetensi peserta didik melalui berbagai kegiatan yang telah dilakukan selama pembelajaran bab sistem peredaran darah manusia dapat dilihat pada Tabel 6.2.

Tabel 6.2 Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi Melalui Kegiatan Peserta Didik pada Bab 6 Sistem Peredaran Darah Manusia

Fitur	Materi	Ranah Kognitif					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ayo, Kita Lakukan	Model komponen penyusun darah	✓	✓	✓			
	Faktor-faktor yang memengaruhi frekuensi denyut jantung			✓		✓	
Ayo, Diskusikan	Fungsi darah untuk menjaga kestabilan suhu tubuh (termoregulasi) dan menjaga derajat keasaman (pH) darah		✓				
	Rumus untuk menghitung detak jantung					✓	
Ayo, Kita Pikirkan	Organ yang berperan dalam memompa darah ke seluruh bagian tubuh	✓		✓			
Ayo, Kita Kerjakan Proyek	Model sistem peredaran darah						✓

b. Uji Kompetensi

Kisi-kisi pencapaian kompetensi peserta didik melalui pengerjaan soal-soal pada uji kompetensi bab sistem peredaran darah manusia dapat dilihat pada Tabel 6.3.

Tabel 6.3 Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi Melalui Pengerjaan Soal-soal pada Uji Kompetensi Bab 6 Sistem Peredaran Darah Manusia

Indikator Butir Soal	Ranah Kognitif & No Soal					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Mendeskripsikan karakteristik masing-masing komponen penyusun darah	A1, A2					
Menyebutkan fungsi masing-masing komponen penyusun darah	A3					
Mendeskripsikan karakteristik golongan darah A, B, AB, dan O		A4				
Mendeskripsikan proses pembekuan darah	A5					
Mendeskripsikan gangguan dan kelainan pada sistem peredaran darah dan upaya untuk mencegah dan mengatasinya	A6	A10				
Mendeskripsikan proses peredaran darah pada manusia	B3	A6, A9				
Mengidentifikasi perbedaan antara pembuluh nadi (arteri) dengan pembuluh balik (vena)	A7					
Mendeskripsikan fungsi darah	B1					
Menjelaskan keterkaitan antara tempat tinggal dengan jumlah trombosit dalam darah					B2	
Menjelaskan keterkaitan antara hasil pengukuran darah dengan kondisi pembuluh darah			B5			

D. Materi Pengayaan

Hipertensi

Kamu mungkin pernah merasakan pusing bahkan hingga pingsan pada saat upacara. Dalam benak kamu mungkin seringkali muncul bagaimana pingsan dapat terjadi. Pingsan sering terjadi karena kecenderungan terkumpulnya sebagian darah dalam pembuluh vena bawah akibat gravitasi bumi. Hal ini menyebabkan jumlah darah yang kembali ke jantung berkurang sehingga kapasitas darah ke jantung dan tekanan darah sistolnya menurun. Adanya proses ini maka dalam tubuh kita secara otomatis akan mengatasi penurunan tersebut, dalam hal ini otomatis timbul refleks kompensasi normal, berupa bertambahnya frekuensi dan kekuatan kontraksi jantung, dengan tujuan mengembalikan kapasitas darah ke jantung ke tingkat semula.

Kebanyakan pada seseorang yang berdiri lama terlebih seseorang yang hipersensitif, bertambahnya kekuatan kontraksi itu justru mengaktifkan reseptor mekanik pada dinding bilik jantung kiri, sehingga timbul refleks yang menyebabkan frekuensi detak jantung menjadi lambat, pembuluh darah tepi melebar, dan terjadi tekanan darah rendah (hipotensi) sehingga aliran darah ke susunan saraf terganggu. Proses mekanisme inilah yang menyebabkan seseorang dapat pingsan.

Dalam kasus ini pusing atau pingsan adalah suatu mekanisme perlindungan diri sendiri yang sangat baik. Mengapa demikian? Pada saat pingsan peredaran darah akan kembali normal setelah diposisikan tertidur, karena kedudukan jantung dan kaki sama tinggi sehingga darah vena kembali ke jantung . Berdasarkan penjelasan tersebut kita dapat mengetahui bagaimana proses mekanisme dari sistem transportasi dalam tubuh kita serta bagaimana tubuh kita dalam menanggapi kondisi yang tidak normal.

Gangguan lain yang muncul dalam sistem transportasi manusia yang sering terjadi dan harus diwaspadai adalah tekanan darah yang melebihi ambang batas normal (120/80) atau yang biasa disebut dengan hipertensi. Hipertensi umumnya dialami oleh orang dewasa/orang tua (di atas 40 tahun). Ketika tekanan darah terlalu tinggi, akan menimbulkan beban kerja jantung dan dapat menyebabkan kerusakan serius pada arteri (nadi). Seiring waktu, tekanan darah tinggi yang tidak terkontrol meningkatkan risiko penyakit jantung, *stroke*, dan penyakit ginjal.

Tekanan darah tinggi juga sering tak terdeteksi sejak dari luar selama bertahun-tahu dan penderita tidak menyadari bahwa mereka menderita penyakit tersebut. Tak jarang seorang penderita hipertensi dapat meninggal secara mendadak. Oleh sebab itu penyakit ini dapat juga disebut dengan

silent killer. Secara internal, hipertensi diam-diam dapat merusak jantung, paru-paru, pembuluh darah, otak dan ginjal jika tidak terobati. Hipertensi adalah faktor risiko utama *stroke* dan serangan jantung.

Pembacaan tekanan darah yang normal akan berada pada 120/80, sementara hasil yang lebih tinggi dan sering terjadi (terus-menerus) dapat menunjukkan hipertensi. Dalam kebanyakan kasus, penyebab hipertensi banyak yang belum terdeteksi. Angka yang di atas (120) menunjukkan tekanan saat jantung berdebar atau disebut juga dengan sistol, sementara angka yang di bawah (80) menunjukkan tekanan saat istirahat antara detak jantung atau disebut juga diastol. Ketika jantung diisi ulang dengan darah. Kadang-kadang ginjal atau penyakit adrenal dapat menyebabkan hipertensi.

Hampir seperempat dari orang Amerika terkena pre-hipertensi (tanda peringatan). Tekanan darah mereka secara konsisten tepat di atas tingkat normal –jatuh di antara 120-139 untuk tekanan sistol atau 80-89 untuk tekanan diastolik. Orang-orang di kisaran ini memiliki dua kali risiko penyakit jantung dibandingkan dengan pembacaan yang lebih rendah.

Zona bahaya hipertensi jika pembacaan rata-rata 140/90 atau lebih tinggi meskipun masih mungkin tidak memiliki gejala. Pada 180/110 dan lebih tinggi seseorang mungkin mengalami krisis hipertensi. Krisis hipertensi ini dapat menyebabkan *stroke*, serangan jantung, kerusakan ginjal, atau kehilangan kesadaran. Gejala krisis hipertensi dapat mencakup sakit kepala, kecemasan parah, mimisan, dan sesak napas.

Orang Afrika-Amerika lebih cenderung untuk mengidap hipertensi bahkan pada usia muda. Penelitian genetika menunjukkan bahwa Afrika-Amerika tampaknya lebih sensitif terhadap garam. Pada orang yang memiliki gen yang membuat mereka peka garam, hanya setengah sendok teh garam dapat meningkatkan tekanan darah dengan 5 mmHg. Natrium, komponen utama garam dapat meningkatkan tekanan darah karena menyebabkan cairan darah menjadi lebih pekat. Keadaan tersebut membuat tubuh menahan cairan yang mengakibatkan beban jantung menjadi lebih besar. *The American Heart Assosiation* merekomendasikan mengonsumsi garam kurang dari 1.500 mg per hari. Oleh karena itu, setiap membeli makanan kemasan juga perlu untuk memeriksa label makanan dengan hati-hati.

Mengalami kelebihan berat badan memberi beban pada jantung untuk meningkatkan risiko tekanan darah tinggi. Itulah sebabnya diet yang bertujuan untuk menurunkan tekanan darah seringkali juga dirancang untuk mengontrol kalori. Biasanya diet mengurangi makanan berlemak dan menambahkan gula, sambil meningkatkan buah-buahan, sayuran, serat da protein tanpa lemak. Ternyata, kehilangan 5 kg berat badan dapat membuat suatu perbedaan. Hipertensi juga mungkin terjadi pada seorang ibu hamil

saat trimester kedua dari kehamilannya. Tanpa penanganan yang tepat, hal tersebut dapat membatasi aliran darah dan oksigen ke bayi dan otak dan kemungkinan menyebabkan kondisi yang serius yang disebut preklamsia yang membahayakan ibu dan bayi. Namun apabila penanganannya tepat, setelah bayi lahir tekanan darah ibu biasanya akan kembali normal.

Obat demam dan flu yang mengandung dekongestan adalah salah satu dari beberapa kelas obat yang dapat menyebabkan tekanan darah meningkat. Lainnya termasuk penghilang rasa sakit NSAID, steroid, pil diet, pil KB, dan beberapa antidepresan. Stres juga dapat membuat lonjakan tekanan darah. Hal demikian karena pada saat stres kemungkinan seseorang untuk melakukan kebiasaan tidak sehat, seperti pola makan yang buruk, penggunaan alkohol, atau merokok, yang dapat berkontribusi terhadap tekanan darah tinggi dan penyakit jantung.

Pengobatan

a. Diet DASH (*Dietary Approaches to Stop Hypertension*)

Menurunkan tekanan darah dapat dilakukan dengan menerapkan pola makan yang lebih baik. Pola makan DASH (*Dietary Approaches to Stop Hypertension*) melibatkan makan lebih banyak buah, sayuran, gandum, susu rendah lemak, ikan, unggas, dan kacang-kacangan. Sementara makanan seperti daging merah, lemak jenuh, natrium dan permen harus dikurangi agar memberikan hasil yang baik.

b. Olahraga

Olahraga teratur membantu menurunkan tekanan darah. Orang dewasa harus melakukan sekitar 150 menit olahraga intensitas sedang setiap minggu, seperti berjalan cepat, bersepeda, senam aerobik, bahkan berkebun.

c. Diuretik

Diuretik sering menjadi alternatif pilihan apabila perubahan pola makan dan olahraga tidak cukup. Diuretik sering juga disebut “pil air”, membantu tubuh yang kelebihan natrium dan air untuk menurunkan tekanan darah. Dengan metode ini seseorang akan lebih sering buang air kecil. Beberapa diuretik mungkin menghabiskan kalium di dalam tubuh, menyebabkan kelemahan otot, kram kaki, dan kelelahan.

d. *Beta-blocker*

Beta-blocker bekerja dengan memperlambat denyut jantung, yang berarti bahwa jantung tidak harus bekerja keras. *Beta-blocker* juga digunakan untuk mengobati kondisi jantung lainnya, seperti denyut jantung abnormal yang

disebut aritma. *Beta-blocker* mungkin diresepkan bersama dengan obat lain. Efek samping yang ditimbulkan adalah insomnia, pusing, kelelahan, dingin pada tangan dan kaki.

e. Blokir Jalur Kalsium

Blokir jalur kalsium memperlambat gerakan kalsium ke dalam sel-sel pembuluh jantung dan darah. Karena kalsium menyebabkan kontraksi jantung kuat, obat-obat ini mudah membuat kontraksi jantung dan mengendurkan pembuluh darah. Obat ini dapat menyebabkan pusing, jantung berdetak cepat, pembengkakan pada kaki dan sembelit. Apabila menggunakan obat ini maka makanan dan minuman berupa susu, jus anggur dan alkohol harus dihindari karena ada kemungkinan untuk saling berinteraksi.

E. Interaksi dengan Orangtua

Komunikasi dengan orang tua dapat menggunakan buku penghubung yang memfasilitasi komunikasi yang baik antara sekolah/guru dengan orang tua peserta didik. Buku penghubung ini juga bermanfaat membangun kerjasama pihak sekolah dengan orang tua dalam membantu keberhasilan peserta didik. Buku penghubung ini memuat hari/tgl, matapelajaran, pokok bahasan/ subpokok bahasan, bentuk tugas, tanda tangan orang tua. Contoh lembar monitoring orangtua dapat dilihat kembali pada Bagian Umum buku guru ini.

F. Kunci Jawaban Uji Kompetensi

1. Pilihan Ganda

1. B
2. D
3. A
4. C
5. D
6. D
7. D
8. D
9. A
10. C

2. Uraian

1. Beberapa macam fungsi darah adalah sebagai berikut.

   a. Fungsi pengangkutan (transportasi)

   Darah mengandung berbagai macam zat organik, zat anorganik, dan gas. Zat-zat tersebut berada dalam darah hanya sementara dan harus disampaikan ke jaringan atau organ-organ yang memerlukan. Oleh karena itu, fungsi darah yang berkaitan dengan pengangkutan yaitu mengangkut berbagai macam zat-zat makanan, oksigen, sisa-sisa metabolisme, hormon, enzim-enzim, dan antibodi.

   b. Fungsi Perlindungan (Proteksi)

   Fungsi perlindungan darah dilakukan terutama oleh trombosit (pada proses pembekuan darah dan menutup luka). Selain itu dilakukan oleh leukosit (fagositik atau memakan zat-zat asing yang masuk ke dalam tubuh dan untuk produksi antibodi).

   c. Fungsi Pengaturan (homeostasis)

   Pengaturan (homeostasis) merupakan usaha tubuh untuk mencapai keadaan yang seimbang antara kondisi tubuh dengan kondisi lingkungan. Berikut ini akan dipaparkan berlangsungnya proses pengaturan tersebut.

   - Pengaturan kandungan air jaringan

     Air yang berada dalam cairan intraseluler maupun intertisial sebenarnya berasal dari darah. Tekanan hidrostatis darah menyebabkan terjadinya filtrasi zat-zat dari dalam kapiler, sedangkan protein yang berukuran besar yang tetap tinggal dalam darah menyebabkan berlangsungnya pengembalian secara osmotik dari cairan intertisial ke dalam kapiler. Oleh karena itu, perubahan pasif dan pengaturan (regulasi), sebagian besar bergantung pada komposisi darah.

   - Pengaturan suhu tubuh (termoregulasi)

     Plasma darah tersusun atas 91,5% air (H_2O) dan 8,5% zat-zat terlarut, terutama protein. Oleh karena itu, dapat diketahui bahwa sebagian besar komponen penyusun plasma adalah air. Air adalah zat yang dapat menyerap banyak panas dengan sedikit mengalami perubahan suhu. Air yang berada pada plasma darah akan menyerap kelebihan panas yang dihasilkan oleh metabolisme tubuh. Panas ini selanjutnya akan diangkut ke kulit dan paru-paru untuk dibuang.

- Pengaturan keasaman (pH)

  Keasaman darah (pH darah) harus dijaga dalam rentangan tertentu untuk menunjang fungsi darah secara maksimal. Proses pengaturan pH darah dilakukan oleh garam anorganik, protein plasma dan sel-sel.

2. Karena pada daerah dataran tinggi (pegunungan) kadar oksigennya rendah, sehingga untuk memenuhi kebutuhan oksigen dalam tubuh, tubuh memproduksi banyak eritrosit. Sebaliknya pada daerah dataran rendah (pantai) kadar oksigennya tinggi, sehingga dengan eritrosit dalam jumlah yang normal sudah dapat memenuhi kebutuhan oksigen dalam tubuh.
3. Proses peredaran darah sebagai berikut Darah dari seluruh tubuh, akan masuk pertama kali ke serambi kanan, sehingga darah dalam serambi kanan banyak mengandung CO_2. Dari serambi kanan, darah akan melewati katup trikuspidalis (berdaun tiga) menuju bilik kanan. Katup ini berfungsi agar darah tidak dapat kembali ke serambi kanan. Darah yang ada dalam bilik kanan, dipompa oleh bilik kanan melewati arteri pulmonalis menuju paru-paru agar CO_2 dalam darah terlepas dan terjadi pengikatan O_2. Darah dari paru-paru mengalir melalui vena pulmonalis menuju serambi kiri, sehingga darah dalam serambi kiri banyak mengandung O_2. Darah dari serambi kiri turun melalui katup bikuspidalis (berdaun dua) menuju bilik kiri. Bilik kiri akan memompa darah ke seluruh tubuh melalui pembuluh aorta.
4. Angka pertama (110) disebut angka sistol. Angka ini menunjukkan tekanan saat bilik berkontraksi dan darah ditekan keluar jantung. Tekanan darah turun saat bilik relaksasi. Angka kedua (90), angka yang lebih rendah daripada angka pertama disebut angka diastole. Angka ini merupakan hasil pengukuran tekanan saat bilik relaksasi dan mengisi darah, tepat sebelum bilik-bilik ini berkontraksi lagi.
5. Karena merokok dapat menyebabkan gangguan pada sistem peredaran darah. Pada seorang yang merokok, asap rokok akan merusak dinding pembuluh darah. Kemudian nikotin yang terkandung dalam asap rokok akan merangsang hormon adrenalin yang akibatnya akan mengubah metabolisme lemak. Hormon adrenalin akan memacu kerja jantung. Selain itu, merokok menyebabkan elastisitas pembuluh darah berkurang, sehingga meningkatkan pengerasan pembuluh darah arteri dan meningkatkan faktor pembekuan darah yang memicu penyakit jantung dan *stroke*. Perokok mempunyai peluang terkena *stroke* dan jantung koroner sekitar dua kali lipat lebih tinggi dibanding dengan bukan perokok

G. Tugas Proyek

Tugas proyek yang harus diselesaikan oleh peserta didik adalah membuat model sistem peredaran darah. Tugas proyek ini dapat diselesaikan oleh peserta didik dalam 2 minggu. Pada minggu pertama, peserta didik dapat membuat rancangan untuk membuat model ini. Rancangan yang dimaksud di sini adalah menuliskan alat dan bahan, cara kerja dan lain-lain. Kemudian pada minggu kedua, peserta didik menyusun model sistem peredaran darah ini. Selama pelaksanaan tugas proyek ini, peserta didik diharuskan untuk selalu melakukan konsultasi dengan guru.

Guru dapat mengingatkan peserta didik untuk menyelesaikan tugas ini dengan teliti dan kritis. Selain itu, peserta didik juga diingatkan agar bekerja sama dengan teman satu kelompok. Selama mengerjakan proyek ini, peserta didik dapat meminta bantuan kepada guru dan orang tua. Setelah peserta didik selesai membuat model sistem peredaran darah, peserta didik mempresentasikan model tersebut di depan kelas. Kemudian, peserta didik dapat memajang model tersebut di kelas.

Berkaitan dengan cara penilaian proyek ini, guru dapat merujuk cara penilaian yang terdapat pada bagian umum dengan disesuaikan tugas peserta didik. Guru dapat menyampaikan sistem penilaian pada tugas proyek, sehingga diharapkan peserta didik dapat termotivasi untuk mengerjakan tugas proyek sebaik-baiknya.

7 Petunjuk Pembelajaran: Tekanan Zat dan Penerapannya dalam Kehidupan Sehari-hari

Sumber: Dok. Kemdikbud

A. Pengantar

Materi yang disajikan pada Bab 7 adalah tekanan zat dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Materi tersebut disajikan dalam dua subbab, yaitu tekanan zat dan aplikasi konsep tekanan zat dalam makhluk hidup. Pada bagian tekanan zat dipelajari tekanan pada zat padat, zat cair, zat gas serta hukum Pascal. Pada bagian pertama bab ini, pembelajaran dilakukan melalui praktikum yang dapat mengarahkan peserta didik untuk menemukan konsep-konsep sains dan setelahnya guru dapat mengajak peserta didik untuk berdiskusi dengan teman maupun secara klasikal memahami materi yang sedang dipelajari. Pada bagian kedua, yaitu aplikasi konsep tekanan zat dalam makhluk hidup, dipelajari pengangkutan air dan nutrisi pada tumbuhan, tekanan darah, dan tekanan gas pada proses pernapasan. Bagian ini dapat dipelajari melalui kegiatan diskusi maupun praktikum terutama pada materi tekanan darah. Kegiatan proyek berupa penyelidikan kapilaritas pada tumbuhan dapat dikerjakan peserta didik dalam waktu yang relatif singkat, dan dapat dilakukan secara berkelompok. Kegiatan proyek dimaksudkan agar peserta didik memperoleh gambaran yang nyata tentang adanya proses pengangkutan di dalam tumbuhan yang menerapkan konsep tekanan zat.

1. Kompetensi Dasar

3.8 Menjelaskan tekanan zat dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari, termasuk tekanan darah, osmosis, dan kapilaritas jaringan angkut pada tumbuhan

4.8 Menyajikan data hasil percobaan untuk menyelidiki tekanan zat cair pada kedalaman tertentu, gaya apung, dan kapilaritas, misalnya dalam batang tumbuhan

2.Indikator Pencapaian Kompetensi

Pada kegiatan pembelajaran di kelas, guru dapat mengembangkan sendiri indikator pencapaian kompetensi dengan disesuaikan pada kondisi peserta didik masing-masing. Berikut ini dipaparkan contoh indikator pencapaian kompetensi yang dapat dijabarkan dari KD 3.8 dan KD 4.8.

3.8.1 Menjelaskan konsep tekanan

3.8.2 Menganalisis hubungan antara gaya dan luas permukaan terhadap besarnya tekanan

3.8.3 Menjelaskan hukum Archimedes

3.8.4 Menerapkan hukum Pascal pada benda dalam kehidupan sehari-hari

3.8.5 Mengaitkan teori tekanan zat dengan proses pengangkutan zat pada tumbuhan dan tekanan darah

3.8.6 Menerapkan prinsip tekanan zat gas pada benda dalam kehidupan sehari-hari

3.8.7 Menganalisis penerapan hukum Archimedes pada benda yang terapung, melayang, dan tenggelam di dalam air
3.8.8 Menganalisis tekanan zat cair pada kedalaman tertentu
3.8.9 Menganalisis prinsip tekanan pada proses kapilaritas dalam pengangkutan zat pada tumbuhan
3.8.10 Menganalisis penerapan tekanan zat dalam pembuatan roket air
4.8.1 Menyajikan data hasil percobaan tekanan zat cair pada kedalaman tertentu
4.8.2 Menyajikan data hasil percobaan penerapan prinsip tekanan pada proses kapilaritas dalam pengangkutan zat pada tumbuhan
4.8.3 Menyajikan data hasil percobaan penerapan tekanan dalam pembuatan roket air

3. Alokasi Waktu

Pembelajaran dan penilaian Bab 7 tentang tekanan zat dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari memerlukan waktu 10 jam atau 4 kali tatap muka (TM) (dengan asumsi 5 JP/minggu diorganisasikan menjadi dua kali TM, yakni 3 JP dan 2 JP). Pengorganisasian 4 TM tersebut adalah sebagai berikut.

Tabel 7.1 Penjabaran Materi Pembelajaran Tiap Pertemuan pada Bab 7

Pertemuan Ke	Materi
1	Tekanan zat ▪ Tekanan zat padat ▪ Tekanan zat cair
2	Tekanan zat ▪ Tekanan zat cair
3	Tekanan zat ▪ Tekanan zat gas Aplikasi konsep tekanan zat dalam makhluk hidup ▪ Pengangkutan air dan nutrisi pada tumbuhan ▪ Tekanan darah ▪ Tekanan gas pada proses pernapasan
4	▪ Ulangan harian

4. Materi Esensial

a. Tekanan berbanding lurus dengan besar gaya dan berbanding terbalik dengan luas bidang tekan. Semakin besar dorongan (gaya) yang diberikan, semakin besar pula tekanan yang dihasilkan. Sebaliknya,

semakin besar luas bidang tekan suatu benda maka semakin kecil tekanan yang dihasilkan. Secara matematis, dapat dituliskan dalam persamaan sebagai berikut.

$$p = \frac{F}{A}$$

b. Kedalaman zat cair dan massa jenis zat cair memengaruhi tekanan yang dihasilkan oleh zat cair atau disebut dengan tekanan hidrostatis. Semakin dalam zat cair maka tekanan yang dihasilkan semakin besar. Semakin besar massa jenis zat cair, semakin besar pula tekanan yang dihasilkan. Dengan kata lain, tekanan suatu zat cair sebanding dengan kedalaman atau ketinggian dan besarnya massa jenis. Secara matematis, dapat dituliskan dalam persamaan berikut.

$$p = \rho\, g\, h$$

c. Hukum Archimedes menyatakan bahwa "Jika suatu benda dicelupkan ke dalam suatu zat cair, maka benda itu akan memperoleh tekanan ke atas yang sama besarnya dengan berat zat cair yang didesak oleh benda tersebut". Besarnya gaya apung ini dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$F_a = \rho \times g \times V$$

d. Hukum Pascal menyatakan bahwa tekanan yang diberikan kepada zat cair dalam ruang tertutup akan diteruskan ke segala arah dengan besar yang sama. Secara matematis, dapat dituliskan dalam persamaan sebagai berikut.

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

e. Aplikasi konsep tekanan zat dalam makhluk hidup dapat ditemui pada pengangkutan air dan nutrisi pada tumbuhan, tekanan darah pada pembuluh darah manusia, dan tekanan gas pada proses pernapasan.

f. Mekanisme pengangkutan air pada tumbuhan dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu air masuk ke dalam sel akar melalui peristiwa osmosis kemudian masuk ke xilem akar. Air bergerak dari xilem akar menuju xilem batang dan selanjutnya menuju ke xilem yang berada di daun. Air dapat diangkut naik dari akar ke bagian tumbuhan lain yang lebih tinggi dan diedarkan ke seluruh tubuh tumbuhan karena adanya daya kapilaritas batang dan daya isap daun.

g. Mekanisme pengangkutan hasil fotosintesis dari daun ke seluruh tubuh tumbuhan terjadi melalui pembuluh floem. Perjalanan zat-zat hasil fotosintesis dimulai dari sumbernya, yaitu daun (daerah yang memiliki konsentrasi gula tinggi) ke bagian tanaman lain yang dituju (daerah yang memiliki konsentrasi gula rendah).

h. Pada tekanan darah di pembuluh darah manusia berlaku hukum Pascal. Tekanan pada pembuluh darah merupakan tekanan yang berada pada ruang tertutup.

i. Pertukaran gas O_2 dan CO_2 di dalam tubuh manusia terjadi melalui proses difusi. Difusi gas dapat terjadi ketika terdapat perbedaan tekanan parsial dari suatu gas tertentu dalam campuran gas. Tekanan parsial adalah tekanan yang diberikan oleh gas tertentu dalam campuran gas tersebut. Pada sistem peredaran darah, tekanan parsial antara O_2 dan CO_2 bervariasi pada setiap organ. Darah yang masuk ke paru-paru melalui arteri pulmoner (arteri pulmonalis) memiliki PO_2 yang lebih rendah dan PCO_2 yang lebih tinggi daripada udara di dalam alveoli. Pada saat darah memasuki kapiler alveoli, CO_2 berdifusi dari darah ke alveoli dan O_2 yang berada di alveoli akan berdifusi ke dalam darah. Pada saat darah meninggalkan paru-paru, di dalam vena pulmoner (vena pulmonalis) PO_2 telah naik dan PCO_2 telah turun.

B. Kegiatan Pembelajaran

Pada pembelajaran Bab 7 tentang tekanan zat dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari guru dapat menerapkan pembelajaran model pembelajaran *Group Investigation* (GI), *discovery learning*, *Creative Problem Solving* (CPS), *Problem Based Learning* (PBL), *Project Based Learning* (PjBL), inkuiri, *learning cycle*, dan model pembelajaran lainnya yang prosesnya berbasis *scientific approach*.

Pertemuan 1, Materi: Tekanan Zat

a. Pada pertemuan pertama dilakukan kegiatan praktikum. Guru dapat mengawali pembelajaran dengan menampilkan gambar kaki bebek atau angsa dan membandingkannya dengan kaki ayam atau meminta peserta didik untuk memperhatikan Gambar 7.2 pada Buku Siswa.

b. Peserta didik dapat mengajukan pertanyaan terkait perbedaan kaki bebek atau angsa dengan kaki ayam yang terdapat pada Gambar 7.2.

c. Jika peserta didik tidak ada yang mengajukan pertanyaan, alternatifnya guru dapat meminta peserta didik untuk menganalisis perbedaan tempat hidup angsa atau bebek dengan ayam dan fungsi masing-masing kakinya. Guru dapat memberikan tambahan informasi jika diperlukan bahwa bebek memiliki selaput pada kakinya, sedangkan ayam tidak memiliki. Selaput ini merupakan alas pijakan yang luas. Permukaan pijakan yang luas menyebabkan tekanan yang dihasilkan oleh kaki terhadap lumpur semakin kecil, sehingga bebek tidak mudah terperosok masuk ke dalam lumpur.

d. Guru dapat mengajak peserta didik untuk bersyukur dan mengagumi kekuasaan Tuhan yang telah menciptakan makhluk-Nya dengan anggota tubuh yang dapat menunjang kehidupan makhluk-Nya.

e. Selanjutnya peserta didik diminta duduk berkelompok 3-4 orang untuk mempelajari lebih lanjut tentang konsep tekanan melalui kegiatan praktikum yang terdapat pada Aktivitas 7.1 tentang menyelidiki tekanan pada benda padat. Guru dapat mengganti plastisin dengan tanah liat atau tepung terigu yang sedikit dibasahi dengan air (seperti mainan *clay*). Guru dapat meminta peserta didik untuk saling bekerjasama dengan anggota kelompoknya saat melakukan Aktivitas 7.1

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 7.1 Menyelidiki Tekanan pada Benda Padat

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Posisi uang logam yang didorong secara vertikal.
2. Posisi uang logam yang didorong secara vertikal, karena permukaan uang logam yang menghadap plastisin lebih sempit sehingga bekas dorongan menjadi lebih dalam. Peristiwa ini berkaitan dengan tekanan. Tekanan yang ditimbulkan oleh uang logam dalam posisi vertikal akan lebih besar daripada posisi horizontal.
3. Dorongan dengan gaya lebih besar menghasilkan bekas dorongan yang lebih dalam. Hal ini dikarenakan semakin besar gaya yang diberikan maka tekanan akan lebih besar dan bekas dorongan semakin dalam.
4. Tekanan yang lebih besar dihasilkan pada percobaan logam yang didorong secara vertikal dengan gaya tekan yang lebih besar.

Alternatif Kesimpulan:

1. Besarnya tekanan dipengaruhi oleh gaya yang diberikan (dorongan) dan luas permukaan.
2. Semakin besar gaya dan semakin sempit luas pijakan maka tekanan yang dihasilkan akan semakin besar, sebaliknya, semakin luas pijakan maka tekanan yang dihasilkan akan semakin kecil.

f. Perwakilan kelompok peserta didik ditugaskan untuk menyampaikan hasil percobaan dari Aktivitas 7.1 kepada teman sekelas. Peserta didik lainnya dapat bertanya atau menanggapi hasil percobaan kelompok yang melakukan presentasi.

g. Peserta didik dibimbing untuk menganalisis hubungan antara besarnya tekanan, luas permukaan pijakan, dan besarnya gaya sebagai salah satu langkah menjawab kesimpulan percobaan melalui diskusi kelas.

h. Selanjutnya guru memberikan konfirmasi terhadap hasil praktikum dan diskusi yang dilakukan oleh peserta didik bahwa besarnya tekanan dipengaruhi oleh gaya dan luas permukaan pijakan. Dengan gaya yang sama, tekanan akan bernilai lebih besar jika diberikan pada benda yang memiliki luas permukaan yang kecil. Sebaliknya tekanan akan bernilai kecil jika diberikan pada benda yang memiliki luas permukaan yang lebih besar. Guru dapat menambahkan informasi bahwa penerapan prinsip tekanan pada zat padat juga terdapat pada paku dan palu. Ujung paku yang menghadap ke suatu permukaan haruslah runcing, agar meringankan gaya yang diperlukan untuk menancapkan paku ke suatu permukaan.

i. Setelah peserta didik dapat memahami materi tekanan zat padat, peserta didik dapat diarahkan untuk mempelajari tekanan pada zat cair. Guru dapat mengawali kegiatan dengan memberikan sejumlah pertanyaan kepada peserta didik sebagai berikut.
   - Apakah konsep tentang tekanan hanya berlaku pada benda yang padat saja?
   - Dapatkah kamu menyebutkan penerapan lain tentang tekanan zat dalam kehidupan sehari-hari?
   - Ada berapa jenis zat yang kamu ketahui?
   - Apakah zat cair juga dapat memberikan tekanan?
   - Pernahkah kamu mengapung di air ketika sedang berenang?
   - Coba jelaskan bagaimana kita dapat mengapung di air!

j. Guru dapat memotivasi peserta didik agar bersemangat melakukan kegiatan yang dapat membuktikan bahwa zat cair juga memiliki tekanan, sehingga banyak benda yang dapat mengapung dan melayang di air pada Aktivitas 7.2.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 7.2 Menyelidiki Tekanan Zat Cair pada Kedalaman Tertentu

Alternatif Jawaban Diskusi:
1. Massa jenis air lebih besar daripada massa jenis minyak goreng.
2. Jika corong dimasukkan semakin dalam pada gelas kimia maka semakin dalam selisih ketinggian zat cair semakin besar.

3. Selisih ketinggian yang lebih besar dimiliki oleh air.
4. Faktor yang memengaruhi besarnya tekanan pada percobaan ini adalah massa jenis zat cair dan kedalaman benda.

Alternatif Kesimpulan:

Tekanan pada zat cair dipengaruhi oleh massa jenis zat cair dan kedalaman benda.

k. Berdasarkan hasil praktikum yang diperoleh peserta didik, guru dapat memberikan penguatan konsep tentang bagaimana pengaruh antara massa jenis zat cair, ketinggian, dan percepatan gravitasi terhadap tekanan yang dihasilkan zat cair. Guru dapat memberikan informasi bahwa tekanan yang dihasilkan oleh zat cair disebut dengan tekanan hidrostatis. Tekanan hidrostatis ini penting untuk diperhatikan dalam konstruksi penampungan air seperti bendungan. Semakin dalam sejumlah cairan, maka semakin besar tekanan hidrostatisnya, maka pembangunan bendungan memiliki konstruksi yang semakin melebar pada bagian dasarnya untuk menahan tekanan ini, sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 7.6 pada Buku Siswa. Selain itu, alat-alat selam dan kapal selam juga dirancang untuk tahan terhadap tekanan air pada tekanan tertentu.

l. Selanjutnya guru dapat memasuki materi hukum Archimedes. Kegiatan awal dapat dilakukan dengan bertanya kepada peserta didik sebagai berikut.
   - Pernahkah kamu mengamati bayi yang dimandikan di bak mandi?
   - Apa yang terjadi dengan ketinggian air di bak mandi jika bayi dimasukkan bak mandi berisi air?
   - Jika bak mandi diisi air hingga penuh lalu bayi dimasukkan ke dalam bak mandi tersebut, apa yang akan terjadi pada air yang ada di dalam bak mandi?
   - Tahukah kamu berapa banyak jumlah air yang tumpah?
   - Dapatkah kamu menjelaskan mengapa ada air yang tumpah?

m. Alternatif lainnya guru juga dapat mendemonstrasikan gelas yang berisi air hingga penuh, kemudian diisi dengan batu atau es batu. Kemudian bertanya kepada peserta didik berapa banyak jumlah air yang tumpah dan bagaimana cara mengukur air yang tumpah.

n. Untuk mempelajari lebih lanjut bagaimana mengetahui jumlah zat cair yang tumpah, peserta didik dapat diajak melakukan percobaan sebagaimana terdapat pada Aktivitas 7.3 Hukum Archimedes. Pada

percobaan ini, jika tidak terdapat gelas yang berpipa, guru dapat membuat modifikasi dengan membuat gelas plastik yang dilubangi dan diberi pipa kecil atau sedotan dan direkatkan ke arah bawah sebagaimana gelas pada Gambar 7.8 pada Buku Siswa.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 7.3 Hukum Archimedes

Alternatif Kesimpulan:

- Berat beban di udara > berat beban di air
- Berat air yang pindah akan sama dengan berat beban di air.

o. Guru dapat membahas hasil percobaan dengan bertanya kepada peserta didik, "Mengapa berat beban di air lebih ringan daripada berat beban di udara?". Selanjutnya guru dapat memberikan penjelasan tentang adanya gaya apung pada zat cair yang mendorong benda ke atas atau berlawanan dengan arah berat benda. Guru dapat menggambarkan arah gaya yang melawan arah berat benda di papan tulis atau meminta peserta didik mengamati Gambar 7.9 pada Buku Siswa.

p. Selanjutnya guru dapat menambahkan informasi bahwa fenomena yang terdapat pada Aktivitas 7.3 dipelajari oleh ilmuwan bernama Archimedes dan hasilnya dikenal sebagai Hukum Archimedes yang berbunyi, "Jika benda dicelupkan ke dalam zat cair, maka benda itu akan mendapat gaya ke atas yang sama besar dengan berat zat cair yang didesak oleh benda tersebut".

q. Guru dapat bertanya pada peserta didik tentang apa saja aplikasi benda di kehidupan sehari-hari yang menggunakan prinsip Hukum Archimedes. Salah satu contoh penerapan Hukum Archimedes adalah pada kapal dan kapal selam.

r. Agar peserta didik lebih memahami Hukum Archimedes, peserta didik dapat diminta untuk melakukan diskusi seperti pada fitur "Ayo, Kita Diskusikan". Guru dapat meminta peserta didik untuk berdiskusi dengan aktif, santun, dan menghargai pendapat teman.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

- Kapal dapat tetap terapung jika pada posisi miring, karena kapal mendapatkan gaya apung yang sama dengan berat kapal laut.
- Jika kapal tidak mendapatkan gaya apung yang sama atau kurang dari berat kapal laut, maka kapal dapat tenggelam.

s. Peserta didik diminta untuk mempresentasikan hasil diskusinya di depan kelas. Guru dapat meminta peserta didik agar presentasi dengan penuh percaya diri dan bertanggung jawab.

t. Peserta didik diberikan kesempatan bertanya tentang materi yang belum dipahami. Guru memberikan penguatan konsep apabila masih ada materi yang belum benar.

u. Sebelum pembelajaran diakhiri, peserta didik dapat ditugaskan untuk mencari informasi tentang cara kerja pompa hidrolik pengangkat mobil sebagai bahan diskusi pada pertemuan selanjutnya.

Pertemuan 2, Materi: Tekanan Zat

a. Pertemuan kedua dapat diawali dengan meminta peserta didik mempresentasikan hasil pencarian informasi tentang cara kerja pompa hidrolik pengangkat mobil jika peserta didik telah ditugaskan sebelumnya.

b. Alternatif lainnya guru dapat meminta peserta didik melihat Gambar 7.12 pada Buku Siswa. Selanjutnya guru dapat bertanya dengan berbagai pertanyaan yang mengarahkan peserta didik untuk mengetahui cara kerja pompa hidrolik, misalnya:
   - Bagaimana cara kerja pompa hidrolik tersebut?
   - Tahukah berapa besar gaya dorong ke atas yang dikeluarkan untuk mengangkat mobil yang berat?

c. Guru dapat memberikan sedikit informasi bahwa di dalam pompa hidrolik dapat berisi udara atau minyak. Peserta didik diminta untuk melakukan praktikum pada Aktivitas 7.4 Simulasi Prinsip Kerja Pompa Hidrolik agar peserta didik dapat mengetahui bagaimana prinsip kerja tekanan pada zat cair. Guru dapat meminta peserta didik untuk saling bekerjasama dengan anggota kelompoknya dalam mengerjakan Aktivitas 7.4.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 7.4 Simulasi Prinsip Kerja Pompa Hidrolik

Alternatif Jawaban Diskusi:

Dorongan atau gaya lebih ringan pada alat suntik berdiameter kecil karena gaya yang sedikit pada pipa berdiameter kecil akan dapat menghasilkan gaya yang besar pada pipa berdiameter besar.

Gaya memengaruhi besar tekanan. Gaya yang besarnya sama apabila diberikan pada benda yang memiliki luas permukaan yang kecil akan menghasilkan tekanan yang lebih besar dibandingkan jika diberikan pada benda yang memiliki luas permukaan yang lebih besar.

Alternatif Kesimpulan:

Besarnya tekanan dipengaruhi oleh gaya dan luas permukaan pijakan.

d. Setelah kegiatan praktikum selesai dilakukan, peserta didik diminta untuk mempresentasikan hasil percobaan dan hasil diskusi terkait dengan hukum Pascal.

e. Peserta didik ditugaskan untuk mencari informasi tentang penerapan Hukum Pascal di lingkungan sekitar agar pembelajaran lebih kontekstual atau dapat ditugaskan untuk mengerjakan fitur "Ayo, Kita Cari tahu" tentang penerapan hukum Pascal.

f. Peserta didik diberikan kesempatan bertanya tentang materi yang belum dipahami.

g. Pada akhir pembelajaran guru dapat memberikan pengarahan pada peserta didik tentang aktivitas proyek dan ditugaskan untuk membawa bahan percobaan Aktivitas 7.5.

Pertemuan 3, Materi: Tekanan Zat dan Aplikasi Konsep Tekanan Zat dalam Makhluk Hidup

a. Pada pertemuan ketiga pembelajaran dapat diisi dengan materi tentang tekanan zat dan aplikasinya pada makhluk hidup. Pembelajaran diawali dengan materi aplikasi konsep tekanan zat cair pada makhluk hidup kemudian dilanjutkan dengan konsep tekanan gas dan aplikasi konsep tekanan gas pada makhluk hidup.

b. Pada awal kegiatan pembelajaran guru dapat mengingatkan peserta didik tentang materi sebelumnya, yaitu tentang percobaan dan Hukum Archimedes serta percobaan dan Hukum Pascal.

c. Selanjutnya peserta didik diminta untuk melakukan Aktivitas 7.6 yaitu Menyelidiki Transportasi pada Tumbuhan.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 7.6 Menyelidiki Transportasi pada Tumbuhan

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Sebelum pacar air diletakkan di dalam air daunnya layu, sedangkan setelah diletakkan ke dalam air daunnya terlihat segar.
2. Ada. Sebelum diletakkan di dalam air warna pertulangan air putih kehijauan dan setelah diletakkan di dalam air warna pertulangan daun sesuai dengan pewarna. Warna pertulangan daun pada pacar air yang diletakkan di dalam air tanpa pewarna tetap putih kehijauan.
3. Jaringan xilem.
4. Proses pengangkutan air dan zat terlarut hingga sampai ke daun pada tumbuhan dipengaruhi oleh:
   - Daya kapilaritas: pembuluh xilem yang terdapat pada tumbuhan dianggap sebagai pipa kapiler. Air akan naik melalui pembuluh kayu sebagai akibat dari gaya adhesi antara dinding pembuluh kayu dengan molekul air.
   - Daya tekan akar: tekanan akar pada setiap tumbuhan berbeda-beda. Besarnya tekanan akar dipengaruhi besar kecil dan tinggi rendahnya tumbuhan (0,7 - 2,0 Atm). Bukti adanya tekanan akar adalah pada batang yang dipotong, maka air tampak menggenang di permukaan tunggaknya.
   - Daya hisap daun: disebabkan adanya penguapan (transpirasi) air dari daun yang besarnya berbanding lurus dengan luas bidang penguapan (intensitas penguapan).

d. Perwakilan kelompok peserta didik diminta untuk mempresentasikan hasil percobaan. Peserta didik dapat diingatkan tentang pembuluh angkut yang ada di batang dan daun sehingga air dapat mengalir ke dalam batang dan daun.

e. Peserta didik yang lain diberikan kesempatan untuk mengajukan pertanyaan atau sanggahan pada peserta didik yang sedang presentasi.

f. Peserta didik diminta berpasangan 2 orang untuk menjawab pertanyaan pada fitur “Ayo, Kita diskusikan”. Guru dapat meminta peserta didik untuk aktif dalam berdiskusi dan saling bekerjasama dengan anggota kelompoknya.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

Karena tumbuhan memiliki mekanisme pengangkutan air mulai dari akar, kemudian melalui daya kapilaritas dan daya isap daun.

g. Guru dapat memberikan penguatan konsep tentang pengangkutan air dan nutrisi pada tumbuhan.

h. Jika peserta didik telah memahami transportasi air dan nutrisi pada tumbuhan, dapat dilanjutkan materi tekanan darah. Peserta didik dapat diminta untuk merasakan tekanan darah pada nadi karotis yang terdapat di leher ataupun di pergelangan tangan peserta didik. Guru dapat menambahkan informasi bahwa tekanan darah pada pembuluh darah vena dan pembuluh darah arteri berbeda. Tekanan pada pembuluh arteri lebih kuat sehingga jika terjadi luka maka darah akan lebih cepat keluar dan kehilangan darah semakin banyak terjadi.

i. Setelah peserta didik dibelajarkan materi tekanan zat padat dan zat cair serta aplikasi konsepnya pada makhluk hidup, peserta didik dapat dibelajarkan materi tekanan pada zat gas.

j. Pembelajaran dapat diawali dengan memberikan demonstrasi menjatuhkan kertas yang masih dalam bentuk lembaran dan kertas yang telah diremas dalam waktu yang bersamaan. Peserta didik diminta untuk mengamati dan mengajukan pertanyaan tentang fenomena yang didemonstrasikan oleh guru.

k. Agar peserta didik dapat lebih memahami tekanan pada zat gas, guru dapat meminta peserta didik melakukan Aktivitas 7.5 Membuktikan Tekanan pada Udara. Untuk menunjang tercapainya kompetensi sikap, guru dapat meminta peserta didik untuk bekerjasama dan saling membantu dalam melaksanakan praktikum. Untuk mencegah kelas menjadi kotor akibat air, praktikum dapat dilakukan di luar kelas ataupun di dalam kelas dengan memberikan wadah penampungan seperti ember atau bak di bawah gelas air yang digunakan praktikum.

l. Peserta didik diminta untuk mempresentasikan hasil percobaan dan menjawab pertanyaan pada bagian diskusi. Guru dapat meminta peserta didik agar presentasi di depan kelas dengan penuh percaya diri.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 7.5 Membuktikan Tekanan pada Udara

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Hal tersebut terjadi karena kertas HVS mendapatkan dorongan ke atas atau tekanan ke atas dari udara yang ada di bawah kertas HVS.
2. Udara yang ada di dalam erlenmeyer mendapatkan kalor sehingga gerakan partikel udara semakin cepat, udara akan memuai dan tekanan menjadi besar. Akibatnya balon mengembang.
3. Kalor yang terdapat pada udara di dalam erlenmeyer akan dirambatkan ke dalam air dingin dan udara di dalam balon dan erlenmeyer mengalami penyusutan. Tekanan udara di dalam balon dan erlenmeyer akan lebih rendah daripada tekanan udara di luar balon dan erlenmeyer. Udara luar yang bertekanan lebih besar akan menekan balon untuk masuk ke dalam erlenmeyer.

Alternatif Kesimpulan:

Percobaan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa udara juga memiliki tekanan. Apabila udara dipanaskan, tekanan akan menjadi lebih besar. Sebaliknya jika udara didinginkan, tekanan udara akan menjadi lebih kecil.

m. Peserta didik diajak untuk mendiskusikan hasil kegiatan praktikum dan mempelajari tekanan udara pada sistem pernapasan. Peserta didik dapat ditugaskan untuk mengerjakan soal yang terdapat pada fitur "Ayo, Kita Pikirkan".

n. Pada akhir kegiatan pembelajaran guru dapat meminta peserta didik melakukan renungan terhadap materi tekanan zat dan penerapannya dalam sehari-hari dan mengajak peserta didik untuk selalu mensyukuri nikmat Tuhan karena kita dikaruniai sistem tubuh yang baik dan juga memiliki kesempatan untuk mempelajari materi tersebut. Guru juga mengingatkan agar peserta didik mempelajari materi pada Bab 7 dari awal hingga akhir karena pada pertemuan selanjutnya akan diadakan ulangan harian.

C. Penilaian dan Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi

1. Penilaian

Penilaian sikap untuk mengembangkan sikap dan keterampilan peserta didik dapat dilakukan selama pembelajaran berlangsung melalui berbagai aktivitas. Berkaitan dengan instrumen penilaian, guru dapat merujuk pada bagian umum Bab 3 penilaian pembelajaran IPA. Penilaian kompetensi pengetahuan dapat dilihat pada kisi-kisi pencapaian kompetensi.

2. Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi

a. Kegiatan Peserta didik

Kisi-kisi pencapaian kompetensi peserta didik melalui berbagai kegiatan yang telah dilakukan selama pembelajaran bab tekanan zat dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari dapat dilihat pada Tabel 7.2.

Tabel 7.2 Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi Melalui Kegiatan Peserta Didik pada Bab 7 Tekanan Zat dan Penerapannya dalam Kehidupan Sehari-hari

Fitur	Materi	Ranah Kognitif					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ayo, Kita Lakukan	Tekanan pada benda padat				✓		
	Tekanan zat cair pada kedalaman tertentu	✓	✓	✓			
	Hukum Archimedes	✓	✓	✓			
	Tekanan air pada kantong plastik	✓	✓	✓			
	Simulasi prinsip kerja pompa hidrolik		✓	✓			
	Menyelidiki transportasi pada tumbuhan		✓	✓			
	Tekanan pada udara		✓	✓	✓		
Ayo, Kita Diskusikan	Aplikasi gaya apung pada kapal yang miring				✓		
	Mekanisme pengangkutan air pada tumbuhan			✓			
Ayo, Kita Cari Tahu	Penerapan hukum Pascal dalam kehidupan sehari-hari			✓			
Ayo, Kita Pikirkan	Letak jantung		✓				

Fitur	Materi	Ranah Kognitif					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ayo, Kita Kerjakan Proyek	Roket air dan balon udara sederhana						✓

b. Uji Kompetensi

Kisi-kisi pencapaian kompetensi peserta didik melalui pengerjaan soal-soal pada uji kompetensi bab tekanan zat dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari dapat dilihat pada Tabel 7.3.

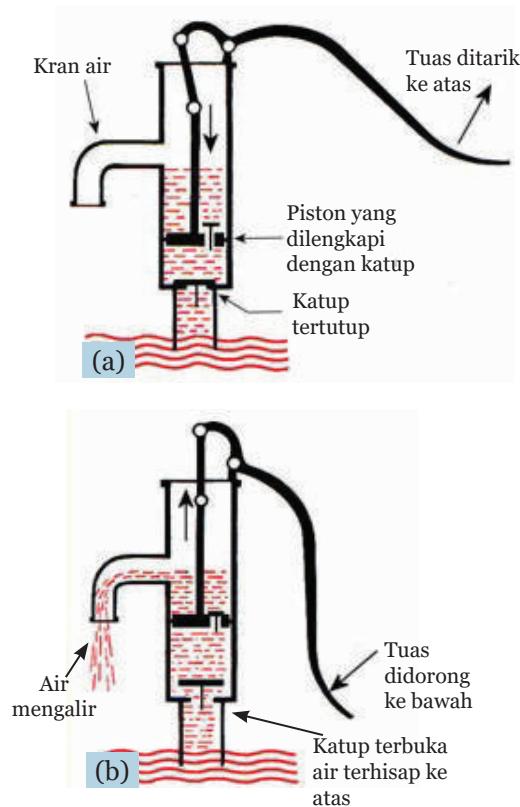
Tabel 7.3 Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi Melalui Pengerjaan Soal-soal pada Uji Kompetensi Bab 7 Tekanan Zat dan Penerapannya dalam Kehidupan Sehari-hari

Indikator Butir Soal	Ranah Kognitif & No Soal					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Mengidentifikasi faktor yang memengaruhi besarnya tekanan	A1, A3					
Menghitung kekuatan alat pengangkat benda dengan menerapkan hukum Pascal			A2, B2			
Menghitung besar tekanan zat			A4, A8, B1, B5			
Menjelaskan tekanan pada zat cair		A5				
Menganalisis hubungan antara tekanan udara dengan ketinggian				A6		
Mengidentifikasi teknologi yang menerapkan prinsip Archimedes	A7, A10					
Menjelaskan mekanisme tekanan zat cair pada tumbuhan		A9				
Menjelaskan terjadinya tekanan pada jantung		B3				
Mengidentifikasi hubungan antara gaya apung dan berat benda pada kapal selam				B4		

D. Materi Pengayaan

Pompa air merupakan salah satu alat yang menggunakan prinsip tekanan. Terdapat beberapa macam pompa air, namun pada bagian ini akan dibahas tentang pompa air manual dan kincir angin pompa air.

1. Pompa Air Manual

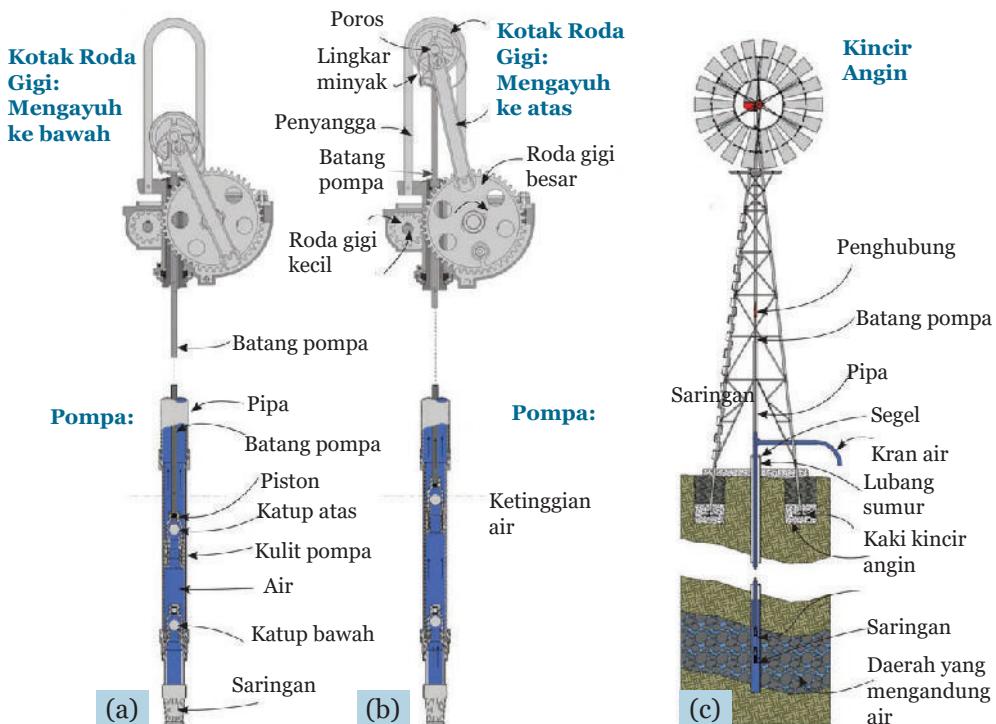
Pompa air manual memiliki beberapa komponen, diantaranya ialah tabung pipa pompa bercorong, tuas, piston berklep (*valve*), dan klep pada pipa. Pompa air manual merupakan pompa air yang digerakkan secara langsung oleh manusia.

Sumber: www.engineeringexpert.net

Gambar 7.1 Mekanisme Kerja Pompa Air Manual

Cara kerja pompa air manual adalah ketika tuas pompa digerakkan ke atas, piston bergerak ke bagian dasar ruangan pompa (bagian bawah) dan klep berada pada posisi terbuka. Air yang ada dalam pompa akan memasuki ruangan di atas piston melalui klep pada piston, seperti terlihat pada Gambar 7.1 a. Ketika tuas pompa digerakkan ke bawah, piston terangkat ke bagian atas ruangan pompa bersamaan dengan tertutupnya klep piston (klep pada piston

dapat tertutup karena adanya pengaruh dari tekanan air). Pada peristiwa ini, air yang berada di atas piston ikut terangkat ke atas dan keluar melalui corong pompa. Pada saat bersamaan, piston akan menghisap air dari sumur dan air memasuki ruangan di bawah piston melewati klep di dasar pompa yang terbuka saat piston bergerak ke atas, seperti terlihat pada Gambar 7.1 b. Ketika tuas digerakkan kembali ke atas, proses akan kembali terulang.

2. Kincir Angin Pompa Air

Jika pompa air manual menggunakan tenaga manusia untuk menggerakkan pompa, maka kincir angin pompa air memanfaatkan tenaga angin untuk menggerakkan pompa. Kincir angin pompa air (*windmill water pump*) memiliki komponen berupa kincir angin, *tower* penyangga, *gearbox*, batang pompa, konektor, batang pompa berdiameter lebih kecil, pipa, penutup, pipa penyalur ke arah bak penampungan, pipa sumur pompa tempat piston berkatup bekerja, piston berkatup, pengaman katup piston, katup penutup, dan saringan.

Sumber: www.ironmanwindmill.com

Gambar 7.2 Mekanisme Kerja Pompa Air Kincir Angin

Cara kerja dari kincir angin pompa adalah ketika angin berada pada kecepatan tertentu dan dapat menggerakkan kincir. Kincir akan bergerak dan

menggerakkan *gearbox*. *Gearbox* akan menggerakkan batang pompa ke atas dan ke bawah untuk mengangkat dan menurunkan piston. Batang pompa bekerja seperti halnya tuas pada pompa air manual. Ketika piston bergerak ke bawah, katup pada piston akan terbuka (katup penutup berada pada posisi tertutup) dan air akan memasuki rongga pada bagian atas piston. Ketika piston terangkat ke atas, tekanan air yang berada di atas piston akan dapat menutup katup pada piston dan air akan terangkat ke atas dan mengalir ke pipa penampungan. Pada saat yang bersamaan katup penutup akan terbuka dan air memasuki pipa sumur pompa.

E. Interaksi dengan Orangtua

Sesuai dengan materi yang ada di Buku Siswa, ada beberapa hal yang perlu ada interaksi dengan orang tua, yaitu membantu peserta didik untuk menyediakan alat dan bahan untuk menyelesaikan proyek tentang membuat roket air sederhana. Selain membantu menyediakan alat dan bahan, diharapkan orang tua juga memberikan dukungan kepada peserta didik. Dengan seperti ini diharapkan peserta didik dapat menyelesaikan proyeknya dengan baik sehingga hasilnya juga baik.

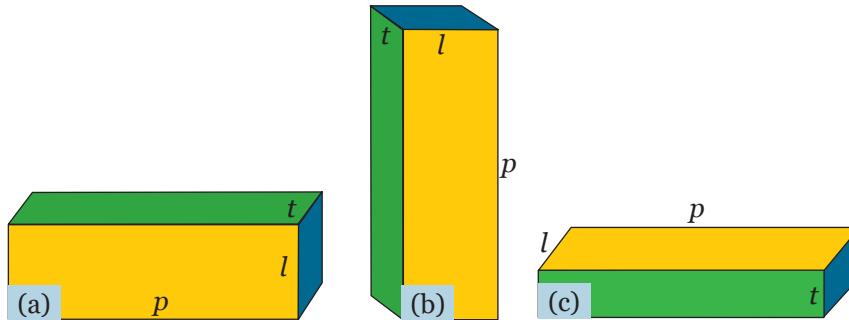
F. Kunci Jawaban Uji Kompetensi

1. Pilihan Ganda

1. C
2. D
3. D
4. B
5. A
6. D
7. D
8. A
9. A
10. A

2. Uraian

1. Diketahui:
   Balok dengan ukuran:
   Panjang (p) = 12 cm = 0,12 m
   Lebar (l) = 8 cm = 0,08 m
   Tinggi (t) = 3 cm = 0,03 m
   Gaya berat (w) sebesar = 30 N, sebagai F

Posisi balok seperti pada gambar berikut:

Luas permukaan (A_a)=panjang (p) × tinggi (t)=0,12 × 0,03= 0,0036 m²
Luas permukaan (A_b)=lebar (l) × tinggi (t)=0,08 × 0,03= 0,0024 m²
Luas permukaan (A_c)=panjang (p) × lebar (l)=0,12 × 0,08 = 0,0096 m²

Secara matematis, tekanan pada zat padat dapat dirumuskan: $p = \frac{F}{A}$

Tekanan yang dihasilkan balok saat berada pada posisi (a):

$$p_a = \frac{F}{A_a} = \frac{30 \text{ N}}{0{,}0036 \text{ m}^2} = 8333{,}3 \text{ N/m}^2$$

Jadi, tekanan yang dihasilkan balok saat berada pada posisi (a) sebesar = 8333,3 N/m²

Tekanan yang dihasilkan balok saat berada pada posisi (b):

$$p_b = \frac{F}{A_b} = \frac{30 \text{ N}}{0{,}0024 \text{ m}^2} = 12500 \text{ N/m}^2$$

Jadi, tekanan yang dihasilkan balok saat berada pada posisi (a) sebesar = 12500 N/m²

Tekanan yang dihasilkan balok saat berada pada posisi (c):

$$p_b = \frac{F}{A_b} = \frac{30 \text{ N}}{0{,}0096 \text{ m}^2} = 3125 \text{ N/m}^2$$

Jadi, tekanan yang dihasilkan balok saat berada pada posisi (a) sebesar = 3125 N/m²

2. **Diketahui:**
   Massa benda (m) = 1 ton = 1000 kg
   maka, gaya berat (W) = $m \times g$ = 1000 kg × 9,8 m/s² =9.800 N, gaya berat benda dapat diasumsikan sebagai F_2
   Luas penampang piston besar (A_2) = 0,2 m².
   Luas penampang piston kecil (A_1) = 0,02 m².

Ditanya: Gaya minimal (F_1) untuk mengangkat benda tersebut?
Jawab:
Pada pompa hidrolik, berlaku hukum Pascal:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} = F_1A_2 = F_2A_1$$

$$F_1 = \frac{F_2A_1}{A_2}$$

$$F_1 = \frac{9800 \times 0{,}02}{0{,}2} = 980 \text{ N}$$

Jadi, gaya minimal (F_1) yang diperlukan untuk mengangkat benda sebesar 980 N

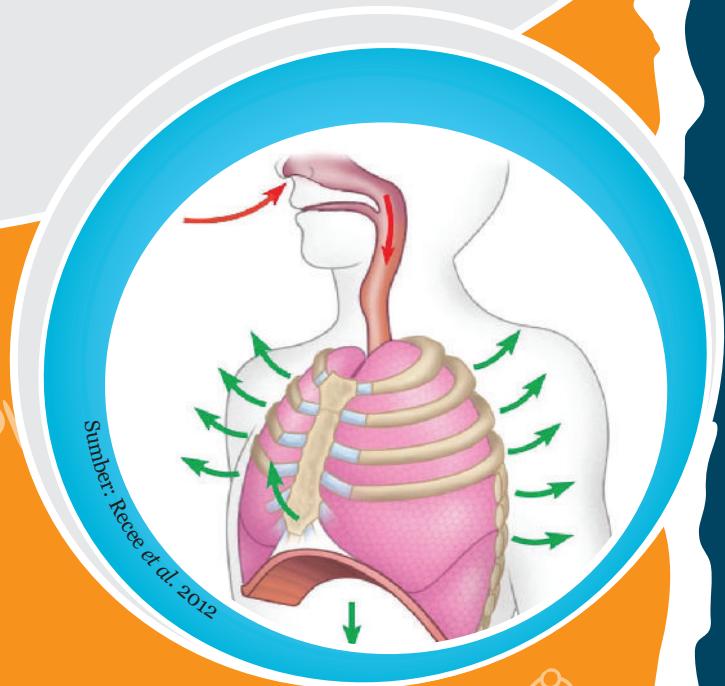
3. Saat jantung memompa darah, darah akan mendapatkan dorongan sehingga mengalir melalui pembuluh darah. Saat mengalir dalam pembuluh darah, darah memberikan dorongan pada dinding pembuluh darah.
4. Jika gaya apung maksimum lebih besar dari berat benda maka benda akan terapung, jika gaya apung maksimum sama dengan berat benda makan benda akan melayang, jika gaya apung maksimum lebih kecil dari berat benda maka benda akan tenggelam.
5. Air dapat diangkut naik dari akar ke bagian tumbuhan lain yang lebih tinggi dan diedarkan ke seluruh tubuh tumbuhan karena adanya daya kapilaritas pembuluh xilem. Daya kapilaritas pembuluh xilem dipengaruhi oleh adanya gaya kohesi dan adhesi. Kohesi merupakan kecenderungan suatu molekul untuk dapat berikatan dengan molekul lain yang sejenis. Melalui gaya kohesi akan terjadi ikatan antara satu molekul air molekul air lainnya. Hal ini akan menyebabkan terjadinya tarik-menarik antara molekul air yang satu molekul air lainnya di sepanjang pembuluh xilem. Air yang terdapat dalam daun akan mengalami penguapan (transpirasi). Dengan adanya kohesi, menguapnya air membuat molekul-molekul air yang berada di bagian bawah tertarik ke atas menuju daun.

G. Tugas Proyek

Tugas proyek yang harus diselesaikan oleh peserta didik adalah membuat roket air sederhana atau balon udara sederhana. Tugas proyek ini dapat diselesaikan oleh peserta didik dalam 2 minggu. Pada minggu pertama, peserta didik dapat membuat rancangan untuk membuat roket air sederhana atau balon udara sederhana. Rancangan yang dimaksud di sini adalah menuliskan alat dan bahan, cara kerja dan lain-lain. Kemudian pada minggu kedua, peserta didik menyusun roket air sederhana atau balon udara sederhana. Selama pelaksanaan tugas proyek ini, peserta didik diharuskan untuk selalu melakukan konsultasi dengan guru.

Guru dapat mengingatkan peserta didik untuk menyelesaikan tugas ini dengan teliti dan kritis. Selain itu, peserta didik juga diingatkan agar bekerja sama dengan teman satu kelompok. Selama mengerjakan proyek ini, peserta didik dapat meminta bantuan kepada guru dan orang tua. Setelah peserta didik selesai membuat roket air sederhana atau balon udara sederhana, peserta didik mencoba roket air sederhana atau balon udara sederhana tersebut di luar kelas. Berkaitan dengan cara penilaian proyek ini, guru dapat merujuk cara penilaian yang terdapat pada bagian umum dengan disesuaikan tugas peserta didik.

8 Petunjuk Pembelajaran: Sistem Pernapasan Manusia

Sumber: Recee et al. 2012

A. Pengantar

Materi yang disajikan pada Bab 8 tentang sistem pernapasan manusia terdiri atas struktur dan fungsi sistem pernapasan manusia, mekanisme pernapasan manusia, gangguan pada sistem pernapasan manusia dan upaya untuk mencegah serta menanggulanginya. Pada subbab pertama, yaitu tentang struktur dan fungsi sistem pernapasan manusia dipelajari tentang organ pernapasan, mekanisme pernapasan, frekuensi pernapasan, dan volume pernapasan. Pada subbab kedua tentang gangguan sistem pernapasan, upaya pencegahan dan penanggulangannya dipelajari tentang asma, pneumonia, tuberculosis, faringitis, tonsilitis, flu, dan kanker paru-paru. Materi pada Bab 8 dapat dibelajarkan dengan kegiatan pengamatan, percobaan atau praktikum, investigasi, diskusi, dan presentasi.

1. Kompetensi Dasar

3.9 Menganalisis sistem pernapasan pada manusia, dan memahami gangguan pada sistem pernapasan, serta upaya menjaga kesehatan sistem pernapasan

4.9 Menyajikan karya tentang upaya menjaga kesehatan sistem pernapasan

2.Indikator Pencapaian Kompetensi

Pada kegiatan pembelajaran di kelas, guru dapat mengembangkan sendiri Indikator Pencapaian Kompetensi dengan disesuaikan pada kondisi peserta didik masing-masing. Berikut ini dipaparkan contoh Indikator Pencapaian Kompetensi yang dapat dijabarkan dari KD 3.9 dan KD 4.9.

3.9.1 Menjelaskan pengertian bernapas dan respirasi

3.9.2 Menyelidiki frekuensi pernapasan pada manusia

3.9.3 Menganalisis faktor yang memengaruhi frekuensi pernapasan manusia

3.9.4 Menganalisis keterkaitan antara struktur dan fungsi organ pernapasan manusia

3.9.5 Mengidentifikasi mekanisme pernapasan dada dan pernapasan perut

3.9.6 Mengukur macam-macam volume pernapasan manusia

3.9.7 Menjelaskan macam-macam gangguan sistem pernapasan manusia, upaya pencegahan dan penanggulangannya

3.9.8 Menganalisis dampak pencemaran udara terhadap kesehatan sistem pernapasan manusia

4.9.1 Membuat poster tentang upaya menjaga kesehatan sistem pernapasan

3. Alokasi Waktu

Pembelajaran dan penilaian Bab 8 tentang sistem pernapasan manusia memerlukan waktu 10 jam atau 4 kali tatap muka (TM) (dengan asumsi 5 JP/minggu diorganisasikan menjadi dua kali TM, yakni 3 JP dan 2 JP). Pengorganisasian 4 TM tersebut adalah sebagai berikut.

Tabel 8.1 Penjabaran Materi Pembelajaran Tiap Pertemuan pada Bab 8

Pertemuan Ke	Materi
1	▪ Struktur dan fungsi sistem pernapasan manusia ▪ Organ pernapasan ▪ Mekanisme pernapasan ▪ Frekuensi pernapasan
2	▪ Volume pernapasan
3	▪ Gangguan pada sistem pernapasan manusia dan upaya untuk mencegah dan menanggulanginya
4	▪ Ulangan harian

4. Materi Esensial

a. Bernapas merupakan proses menghirup udara (inhalasi/inspirasi) dan menghembuskan udara (ekhalasi/ekspirasi) yang melibatkan pertukaran udara antara atmosfer dengan alveolus paru-paru

b. Sistem pernapasan manusia tersusun atas hidung, faring (tenggorokan), laring (ruang suara), trakea (batang tenggorokan), bronkus, dan paru-paru.

c. Secara struktural, sistem pernapasan tersusun atas dua bagian utama. (1) Sistem pernapasan bagian atas, meliputi hidung dan faring. (2) Sistem pernapasan bagian bawah, meliputi laring, trakea, bronkus, dan paru-paru. Secara fungsional, sistem pernapasan tersusun atas dua bagian utama. (1) Zona penghubung, tersusun atas serangkaian rongga dan saluran yang saling terhubung baik di luar maupun di dalam paru-paru, meliputi hidung, faring, laring, trakea, bronkus, dan bronkiolus. Fungsi dari bagian penghubung yaitu menyaring, menghangatkan, dan melembabkan udara serta menyalurkan udara menuju paru-paru. (2) Zona respirasi tersusun atas jaringan dalam paru-paru yang berperan dalam pertukaran gas yaitu alveolus.

d. Hidung dilengkapi dengan rambut-rambut hidung, selaput lendir, dan konka. Rambut-rambut hidung berfungsi untuk menyaring partikel debu atau kotoran yang masuk bersama udara. Selaput lendir sebagai perangkap benda asing yang masuk terhirup saat bernapas, misalnya

debu, virus, dan bakteri. Konka mempunyai banyak kapiler darah yang berfungsi menyamakan suhu udara yang terhirup dari luar dengan suhu tubuh atau menghangatkan udara yang masuk ke paru-paru.

e. Faring merupakan organ pernapasan yang terletak di belakang (posterior) rongga hidung hingga rongga mulut dan di atas laring (superior). Faring berfungsi sebagai jalur masuk udara dan makanan, ruang resonansi suara, serta tempat tonsil yang berpartisipasi pada reaksi kekebalan tubuh dalam melawan benda asing

f. Laring atau ruang suara merupakan organ pernapasan yang menghubungkan faring dengan trakea. Di dalam laring terdapat epiglotis dan pita suara .

g. Epiglotis berfungsi mencegah masuknya makanan atau benda asing lain ke dalam laring dan trakea,

h. Trakea merupakan saluran yang menghubungkan laring dengan bronkus. Dindingnya tersusun dari cincin-cincin tulang rawan dan selaput lendir yang terdiri atas jaringan epitelium bersilia. Fungsi silia pada dinding trakea untuk menyaring benda-benda asing yang masuk ke dalam saluran pernapasan.

i. Paru-paru dibungkus oleh selaput rangkap dua yang disebut pleura. Pleura berupa kantung tertutup yang berisi cairan limfa. Pleura berfungsi melindungi paru-paru dari gesekan saat mengembang dan mengempis.

j. Di dalam paru-paru terdapat jaringan yang berperan dalam pertukaran gas oksigen dan gas karbon dioksida yaitu alveolus.

k. Mekanisme pernapasan dapat dibedakan menjadi pernapasan dada dan pernapasan perut. Pernapasan dada terjadi akibat adanya kontraksi dan relaksasi otot-otot antar tulang rusuk bagian luar (otot eksternal interkostalis). Pernapasan perut terjadi akibat adanya kontraksi dan relaksasi otot diafragma.

l. Frekuensi pernapasan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu jenis kelamin, posisi tubuh, kegiatan tubuh, umur, dan suhu tubuh.

m. Umur, pada umumnya semakin bertambah umur seseorang maka semakin rendah frekuensi pernapasannya

n. Pada umumnya laki-laki lebih banyak bergerak sehingga lebih banyak memerlukan energi. Kebutuhan oksigen dan produksi CO_2 pada pria juga lebih tinggi.

o. Semakin tinggi suhu tubuh maka semakin cepat frekuensi pernapasannya. Hal ini terjadi karena adanya peningkatan proses metabolisme.

p. Ketika tubuh memerlukan banyak energi maka tubuh perlu lebih banyak oksigen sehingga frekuensi pernapasan meningkat.

q. Volume udara yang digunakan dalam proses pernapasan ada beberapa macam. Volume tidal, yaitu volume udara yang keluar masuk paru-paru saat tubuh melakukan inspirasi atau ekspirasi biasa (normal). Volume cadangan ekspirasi, yaitu volume udara yang masih dapat dikeluarkan secara maksimal dari paru-paru setelah melakukan ekspirasi biasa. Volume cadangan inspirasi, yaitu volume udara yang masih dapat dimasukkan ke dalam paru-paru setelah melakukan inspirasi secara biasa. Volume residu, yaitu volume udara yang masih tersisa di dalam paru-paru meskipun telah melakukan ekspirasi secara maksimal.
r. Gangguan yang dapat terjadi pada sistem pernapasan, antara lain asma, pneumonia, tuberculosis, faringitis, tonsillitis, influenza, dan kanker paru-paru.
s. Asma merupakan kelainan yang ditandai dengan peradangan kronis, hipersensitivitas, dan penyempitan pada saluran pernapasan. Penyempitan ini dapat terjadi akibat kontraksi secara terus-menerus otot polos penyusun dinding bronkus atau bronkiolus, terlalu banyaknya sekresi mukus atau lendir, dan rusaknya epitelium dinding bronkus atau bronkiolus
t. Pneumonia merupakan infeksi atau inflamasi pada bronkiolus dan alveolus. Penyebab terjadinya pneumonia, antara lain karena infeksi dari virus, bakteri, jamur dan parasit lainnya. Namun, umumnya disebabkan oleh bakteri *Streptococcus pneumonia*.
u. Penyakit TBC disebabkan oleh infeksi bakteri *Mycobacterium tuberculosis*.
v. Faringitis adalah infeksi pada faring oleh kuman penyakit, seperti virus, bakteri, maupun jamur

B. Kegiatan Pembelajaran

Pada pembelajaran Bab 8 tentang sistem pernapasan manusia, guru dapat menerapkan berbagai model pembelajaran, seperti Jigsaw, *Group Investigation* (GI), *discovery learning*, *Creative Problem Solving* (CPS), *Problem Based Learning* (PBL), *Project Based Learning* (PjBL), inkuiri, *learning cycle*, dan model pembelajaran lainnya yang prosesnya berbasis *scientific approach*.

Pertemuan 1, Materi: Struktur dan Fungsi Sistem Pernapasan Manusia

a. Guru mengawali pembelajaran dengan bertanya kepada peserta didik:
   - Apa fungsi dari hidung?

- Jika kamu terkena pilek atau flu, apakah kamu dapat bernapas dengan baik?
- Jika seseorang sulit bernapas, apa yang akan terjadi pada orang tersebut?

b. Guru menjelaskan kepada peserta didik pentingnya pernapasan bagi makhluk hidup. Guru mengajak peserta didik untuk selalu bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa karena telah diberikan hidung sehingga dapat bernapas setiap saat. Guru dapat menginformasikan kepada peserta didik bahwa pada pertemuan ini akan dipelajari materi tentang sistem pernapasan.

c. Peserta didik dibimbing guru untuk melakukan Aktivitas 8.1 dan Aktivitas 8.3 agar peserta didik termotivasi dalam mempelajari materi sistem pernapasan. Peserta didik dapat melaksanakan Aktivitas 8.1 dan 8.3 secara berkelompok 3 orang dengan anggota laki-laki dan perempuan. Guru mengingatkan peserta didik untuk teliti dan cermat dalam melaksanakan Aktivitas 8.1 dan Aktivitas 8.3 khususnya dalam menghitung frekuensi pernapasannya.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 8.1 Mengamati Jumlah Kekerapan (Frekuensi) Pernapasan

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Organ yang berperan dalam sistem pernapasan diantaranya adalah hidung, tenggorokan, paru-paru, dst.
2. Rata-rata sebanyak 17 ribu kali
3. Ya, berbeda.
4. Kemungkinan dikarenakan aktivitas yang berbeda, massa tubuh yang berbeda, tinggi badan yang berbeda, dst.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 8.3 Menyelidiki Faktor-faktor yang Memengaruhi Frekuensi Pernapasan

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Frekuensi pernapasan pada orang laki-laki lebih tinggi dibandingkan pada perempuan. Hal ini dikarenakan laki-laki cenderung lebih

banyak aktivitas, sehingga lebih banyak memerlukan oksigen dan frekuensi pernapasan semakin tinggi.

2. Pada posisi tubuh berdiri frekuensi pernapasan akan semakin tinggi, sebab pada posisi tubuh berdiri otot-otot kaki berkontraksi. Kontraksi otot kaki memerlukan energi atau tenaga. Oleh karenanya pada posisi tubuh berdiri frekuensi pernapasan akan lebih tinggi untuk menghasilkan energi yang lebih banyak.
3. Aktivitas tubuh berpengaruh terhadap frekuensi pernapasan. Semakin banyak aktivitas tubuh, semakin banyak energi yang diperlukan, dan frekuensi pernapasan semakin tinggi.

d. Guru dapat mengawali diskusi peserta didik dengan mengajak peserta didik untuk mengenali istilah bernapas dan respirasi.

e. Selanjutnya peserta didik dapat diarahkan untuk mengidentifikasi faktor yang berpengaruh terhadap frekuensi pernapasan seseorang dan menyebutkan apa saja organ yang berperan dalam sistem pernapasan.

f. Setelah peserta didik selesai melaksanakan Aktivitas 8.1 dan 8.3 peserta didik diminta untuk mempresentasikan jawaban diskusi dan hasil identifikasi kelompoknya di depan kelas. Guru mengingatkan peserta didik agar presentasi dengan penuh percaya diri. Saat menjelaskan tentang faktor yang memengaruhi frekuensi pernapasan, guru menambahkan informasi tentang keterkaitan antara proses menghasilkan energi dengan pernapasan.

g. Selanjutnya guru dapat menampilkan gambar atau model organ yang terlibat dalam sistem pernapasan. Peserta didik diminta untuk mengidentifikasi organ dan menyebutkan fungsi dari masing-masing organ. Peserta didik dapat diminta untuk menyusun tabel yang berisi organ dan fungsinya. Guru menekankan pada peserta didik bahwa organ yang terlibat dalam pernapasan, di antaranya hidung, paru-paru, tenggorokan, dst.

h. Guru dapat bertanya kepada peserta didik pertanyaan yang terdapat pada fitur “Ayo, Kita Selesaikan” untuk mengetahui pemahaman peserta didik.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

Lebih baik menghirup udara melalui hidung daripada melalui mulut karena di hidung terdapat rambut-rambut hidung yang dapat menyaring

kotoran yang masuk bersama udara, selaput lendir yang berguna sebagai perangkap terhadap benda asing (seperti debu, virus, dan bakteri), dan terdapat konka yang dapat menyamakan suhu udara luar yang terhirup dengan suhu tubuh.

i. Peserta didik diminta untuk menghirup napas dan menghembuskan napas. Peserta didik ditugaskan untuk merasakan gerakan pada rongga dada saat menghirup napas dan mengeluarkan udara pernapasan. Rongga dada akan terangkat ke atas saat menghirup napas. Peserta didik perlu diingatkan bahwa paru-paru terletak di dalam rongga dada dan paru-paru dilindungi oleh tulang rusuk dan tulang dada.

j. Guru dapat menginformasikan bahwa mekanisme pernapasan pada manusia juga melalui pernapasan perut. Untuk mengetahui lebih lanjut tentang mekanisme pernapasan pada manusia, peserta didik dibimbing untuk melakukan Aktivitas 8.2. Untuk menunjang tercapainya kompetensi sikap guru mengingatkan peserta didik untuk bekerja dengan teliti dan cermat bersama dengan teman satu kelompok. Guru dapat melakukan penilaian keterampilan peserta didik dengan format yang dapat dilihat pada Buku Guru bagian umum.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 8.2 Mengidentifikasi Mekanisme Pernapasan Dada dan Pernapasan Perut

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Dada mengembang ketika menghirup udara dan dada mengempis ketika menghembuskan udara.
2. Perut mengembang ketika menghirup udara dan perut mengempis ketika menghembuskan udara.
3. Ada. Pada pernapasan dada, rongga dada akan mengembang dan mengempis ketika bernapas. Sedangkan pada pernapasan perut, perut yang mengembang dan mengempis.

k. Peserta didik diberikan kesempatan untuk mengajukan pertanyaan tentang materi yang belum dipahami.

l. Guru memberikan penguatan konsep apabila masih ada konsep yang belum benar.

m. Peserta didik dengan bimbingan guru diminta untuk menyimpulkan materi yang telah dipelajari.

n. Sebelum mengakhiri pembelajaran, guru memberikan tugas untuk pertemuan selanjutnya kepada peserta didik agar membawa peralatan praktikum sesuai dengan yang ada pada Aktivitas 8.4 dan mengerjakan fitur "Ayo, Kita Cari Tahu" tentang manfaat tidur menghadap ke kanan.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Cari Tahu

Tidur dengan posisi miring ke kanan memiliki beberapa manfaat terhadap kesehatan, di antaranya memudahkan sekresi lendir pada bronkus sebelah kiri, dapat mengurangi beban jantung dalam menahan paru-paru karena jumlah lobus paru-paru kiri lebih sedikit daripada paru-paru kanan, menjaga kondisi hati tetap stabil dan tidak menggantung, serta menjaga lambung berada dalam kondisi yang nyaman sehingga mempercepat proses pengosongan lambung dan merangsang buang air besar.

Pertemuan 2, Materi: Struktur dan Fungsi Sistem Pernapasan Manusia

a. Pertemuan kedua dapat diawali dengan mengajak peserta didik untuk selalu bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas karunia kesuburan tanah dan adanya musim hujan di Indonesia sehingga banyak tumbuh-tumbuhan yang hidup dan menyediakan oksigen untuk bernapas semua makhluk hidup termasuk manusia.

b. Selanjutnya guru dapat mengingatkan peserta didik tentang materi sebelumnya yaitu bagaimana mekanisme pernapasan pada manusia. Dua orang peserta didik dapat diminta maju ke depan kelas, satu peserta didik mempraktikkan mekanisme bernapas dan peserta didik lain menjelaskan proses-proses yang terjadi saat menghirup napas dan menghembuskan napas.

c. Guru mengajukan pertanyaan kepada peserta didik, adakah peserta didik yang mengetahui berapa jumlah udara yang dihirup atau dihembuskan? Untuk mengetahui lebih lanjut, peserta didik diminta untuk melakukan Aktivitas 8.4 secara berkelompok 3-4 orang. Guru dapat menyediakan peralatan yang diperlukan dalam praktikum ataupun dapat meminta peserta didik untuk membawa peralatan yang diperlukan. Jika guru tidak menyediakan peralatan praktikum, guru harus menugaskan

peserta didik pada pertemuan sebelumnya untuk membawa peralatan praktikum.

d. Setelah melakukan Aktivitas 8.4 peserta didik dibimbing untuk menyusun kesimpulan.

e. Guru dapat membahas praktikum dengan mengenalkan macam-macam volume udara pada pernapasan manusia berdasarkan hasil praktikum peserta didik.

f. Peserta didik diberikan kesempatan untuk mengajukan pertanyaan tentang materi yang belum dipahami, selanjutnya guru memberikan penguatan konsep apabila masih ada konsep yang belum benar.

g. Sebelum pembelajaran diakhiri, peserta didik diberikan tugas untuk pertemuan selanjutnya yaitu mengerjakan Aktivitas 8.5 pada fitur "Ayo, Kita Lakukan" yaitu membuat artikel tentang dampak penebangan pohon bagi kesehatan sistem pernapasan dan pada fitur "Ayo, Kita Cari Tahu" yaitu tentang TBC tulang. Peserta didik melaksanakan Aktivitas 8.5 dan "Ayo, Kita Cari Tahu" secara mandiri di rumah dan dipresentasikan pada pertemuan selanjutnya.

Pertemuan 3, Materi: Gangguan pada Sistem Pernapasan Manusia dan Upaya untuk Mencegah dan Menanggulanginya

a. Guru meminta peserta didik untuk menutup hidung selama 15 detik. Kemudian guru dapat mengajukan pertanyaan kepada peserta didik misalnya:
   - Apakah yang kamu rasakan saat hidungmu tertutup?
   - Apakah kamu dapat bernapas?

b. Selanjutnya guru mengajak peserta didik untuk bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas nikmat bernapas yang luar biasa. Guru juga mengingatkan bahwa satu menit saja kita tidak bernapas, maka manusia akan mati.

c. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran hari ini seperti yang ada pada fitur "Ayo, Kita Pelajari", dan menyampaikan nilai yang akan diperoleh peserta didik setelah mempelajari materi ini seperti pada fitur "Mengapa Penting?".

d. Peserta didik diminta berkelompok 4-5 orang untuk melaksanakan kegiatan "Ayo, Kita Diskusikan" tentang gangguan pemapasan dan efek asap rokok pada sistem pernapasan. Guru dapat mengingatkan peserta didik untuk melaksanakan diskusi dengan aktif dan saling bekerjasama dengan teman satu kelompoknya

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

Tabel 8.2 Gangguan pada Sistem Pernapasan dan Gejalanya

No	Nama Gangguan	Gejala
1	Asma	Sesak napas, napas berbunyi, napas pendek, batuk-batuk
2	Pneumonia	Demam, batuk berdahak, tidak enak badan, sakit pada bagian dada, terkadang mengalami kesulitan bernapas
3	TBC	Mudah lelah, berat badan turun drastis, lesu, hilang nafsu makan, demam, berkeringat di malam hari, sulit bernapas, sakit pada bagian dada, dan batuk berdahak
4	Influenza	Demam dengan suhu lebih dari 390C, pilek, bersin-bersin, batuk kering, sakit kepala, rongga hidung terasa gatal
5	Kanker paru-paru	Batuk disertai darah, berat badan berkurang drastis, napas pendek, sakit pada bagian dada

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

Perokok pasif lebih berbahaya tiga kali lipat dibandingkan mengisap rokok sendiri (perokok aktif) karena racun rokok terbesar dihasilkan oleh asap yang mengepul dari ujung rokok yang sedang tak dihisap. Asap tersebut merupakan hasil dari pembakaran tembakau yang tidak sempurna. Konsentrasi zat berbahaya di dalam tubuh perokok pasif lebih besar, karena racun yang ia isap lewat hidungnya tidak tersaring, sedangkan racun rokok dalam tubuh perokok aktif tersaring melalui ujung rokok yang diisap.

e. Selanjutnya peserta didik diminta untuk mempresentasikan hasil diskusi kelompoknya di depan kelas. Guru dapat mengingatkan peserta didik untuk presentasi dengan penuh percaya diri.

f. Peserta didik yang lain diberikan kesempatan bertanya atau memberikan sanggahan kepada kelompok yang sedang presentasi.
g. Selanjutnya guru memberikan penguatan konsep tentang gangguan pada sistem pernapasan.
h. Peserta didik diminta untuk mempresentasikan tugas membuat artikel tentang efek penebangan pohon bagi kesehatan sistem pernapasan dan tugas "Ayo, Kita Cari Tahu" tentang penyakit TBC tulang yang telah diberikan pada pertemuan sebelumnya.
i. Peserta didik yang lain diberikan kesempatan bertanya atau memberikan sanggahan kepada kelompok yang sedang presentasi.
j. Guru memberikan penguatan materi tentang gangguan pada sistem pernapasan manusia.
k. Peserta didik dibimbing guru untuk menyimpulkan materi yang telah dipelajari.
l. Sebelum pembelajaran diakhiri, peserta didik diberikan tugas untuk membuat poster tentang upaya dalam menjaga kesehatan sistem pernapasan manusia. Tugas dapat dikerjakan secara berkelompok 2-3 orang di rumah dan dikumpulkan pada pertemuan selanjutnya. Selain itu guru juga mengingatkan peserta didik agar belajar dengan rajin untuk persiapan ulangan harian pada pertemuan selanjutnya.

C. Penilaian dan Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi

1. Penilaian

Penilaian sikap untuk mengembangkan sikap dan keterampilan peserta didik dapat dilakukan selama pembelajaran berlangsung melalui berbagai aktivitas. Berkaitan dengan instrumen penilaian, guru dapat merujuk pada bagian umum Bab 3 penilaian pembelajaran IPA. Penilaian kompetensi pengetahuan dapat dilihat pada kisi-kisi pencapaian kompetensi.

a. Kegiatan Peserta Didik

Kisi-kisi pencapaian kompetensi peserta didik melalui berbagai kegiatan yang telah dilakukan selama pembelajaran bab sistem pernapasan manusia dalam kehidupan sehari-hari dapat dilihat pada Tabel 8.3.

Tabel 8.3 Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi Melalui Kegiatan Peserta Didik pada Bab 8 Sistem Pernapasan Manusia

Fitur	Materi	Ranah Kognitif					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ayo, Kita Lakukan	Frekuensi pernapasan			✓	✓		
	Mekanisme pernapasan dada dan pernapasan perut			✓			
	Faktor-faktor yang memengaruhi frekuensi pernapasan	✓	✓	✓	✓		
	Volume pernapasan			✓			
	Dampak kebakaran hutan						✓
Ayo, Kita Selesaikan	Perbandingan bernapas lewat hidung dan lewat mulut				✓		
Ayo, Kita Diskusikan	Gejala gangguan pernapasan		✓				
	Bahaya perokok pasif				✓		
Ayo, Kita Cari Tahu	Pengaruh posisi tidur terhadap pernapasan				✓		
	Penyakit TBC tulang		✓				
Ayo, Kita Kerjakan Proyek	Upaya menjaga kesehatan sistem pernapasan manusia.						✓

b. Uji Kompetensi

Kisi-kisi pencapaian kompetensi peserta didik melalui pengerjaan soal-soal pada uji kompetensi bab sistem pernapasan manusia dapat dilihat pada Tabel 8.4.

Tabel 8.4 Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi Melalui Pengerjaan Soal-soal pada Uji Kompetensi Bab 8 Sistem Pernapasan Manusia

Indikator Butir Soal	Ranah Kognitif & No Soal					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Menjelaskan fungsi organ pernapasan		A1				
Menjelaskan organ dan fungsi pernapasan		B1				

Indikator Butir Soal	Ranah Kognitif & No Soal					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Mengidentifikasi keterkaitan struktur dan fungsi organ pernapasan			A2 A3 A5 A6			
Menyebutkan macam organ pernapasan	A4					
Menjelaskan mekanisme pernapasan		A7 B2				
Menyebutkan faktor yang memengaruhi frekuensi pernapasan	A8					
Menyebutkan volume udara pernapasan	A9					
Mengidentifikasi gangguan sistem pernapasan	A10			B5		
Menyebutkan gejala gangguan pernapasan	B3					
Menjelaskan upaya menjaga kesehatan sistem pernapasan		B4				

D. Materi Pengayaan

1. Pengaruh Olahraga terhadap Sistem Respirasi

Ketika berolahraga jantung memompa darah ke paru-paru dan ke seluruh tubuh dengan jumlah yang sama, dengan demikian terjadi kenaikan aliran darah dari jantung ke paru-paru . Kapasitas difusi oksigen dari udara alveolus ke dalam darah meningkat tiga kali lipat selama melakukan olahraga maksimal karena kapiler paru-paru menyebar maksimal sehingga tersedia area permukaan yang lebih besar untuk difusi oksigen.

Ketika otot berkontraksi selama berolahraga, otot menggunakan sejumlah besar oksigen dan menghasilkan sejumlah besar karbon dioksida. Ketika berolahraga terlalu keras, konsumsi oksigen dan pertukaran udara paru-paru keduanya meningkat secara tajam. Pada permulaan olahraga, pertukaran udara pada paru-paru meningkat secara tiba-tiba, kemudian diikuti oleh peningkatan berikutnya secara perlahan-lahan. Ketika berolahraga dengan tingkat sedang, peningkatan lebih terjadi pada kedalaman pertukaran udara paru-paru daripada peningkatan kecepatan pernapasan. Ketika olahraga lebih kuat, maka frekuensi pernapasan juga akan meningkat.

Peningkatan pertukaran udara secara tiba-tiba saat olahraga dimulai, terjadi karena adanya perubahan neural yang mengirim impuls ke area inspirasi di medula oblongata. Perubahan yang terjadi meliputi (1) antisipasi aktivitas, yang merangsang sistem limbik; (2) impuls sensorik

dari proprioseptors pada otot, tendon, dan sendi; dan (3) impuls motorik dari motorik korteks primer (*precentral gyrus*). Peningkatan lebih bertahap dalam

Pertukaran udara selama olahraga ringan disebabkan oleh perubahan fisika dan kimia dalam aliran darah yang meliputi (1) sedikit penurunan PO_2, karena peningkatan konsumsi oksigen, (2) sedikit peningkatan PCO_2, karena peningkatan produksi CO_2 yang dihasilkan oleh kontraksi otot, dan (3) peningkatan suhu, karena pembebasan panas yang seiring dengan banyaknya oksigen yang digunakan. Selama olahraga ringan, HCO_3^- buffer H^+ dilepaskan oleh asam lakatat dalam reaksi yang melibatkan CO_2, yang selanjutnya meningkatkan PCO_2

Pada akhir sesi olahraga, penurunan pertukaran udara pada paru-paru secara tiba-tiba diikuti oleh penurunan yang lebih perlahan sampai tubuh istirahat. Penurunan tersebut diinisiasi terutama oleh perubahan neural ketika pergerakan tubuh berhenti atau melambat. Fase penurunan yang lebih bertahap tersebut menunjukkan tingkat kimia darah dan suhu pada keadaan istirahat yang kembali melambat.

2. Pengaruh Merokok terhadap Sistem Respirasi

Merokok dapat menyebabkan seseorang menjadi mudah "terengah-engah" selama bahkan ketika melakukan olahraga ringan karena beberapa faktor menurunkan efisiensi pernapasan pada perokok yakni (1) nikotin mendesak pangkal bronkiolus, sehingga menurunkan sirkulasi udara yang keluar dari paru-paru, (2) karbon monoksida dalam asap, mengikat hemoglobin sehingga mengurangi kemampuan hemoglobin membawa oksigen, (3) iritan pada asap dapat menyebabkan peningkatan sekresi lendir oleh lapisan mukosa batang tenggorok dan pembengkakan lapisan mukosa, hal tersebut mengganggu sirkulasi udara yang masuk dan keluar paru-paru, (4) iritan pada asap juga menghambat pergerakan silia dan merusak silia pada lapisan sistem respirasi. Dengan demikian,kelebihan lendir dan zat-zat asing lainnya menjadi tidak mudah dikeluarkan, apabila ini berlangsung terus menerus maka dapat menyebabkan kesulitan bernapas. (5) seiring dengan waktu, merokok dapat menyebabkan kerusakan serat elastik paru-paru dan merupakan penyebab utama emfisema. Perubahan ini menyebabkan menyempitnya bronkiolus dan menjebak udara di alveolus pada saat akhir ekspirasi. Hal tersebut menyebabkan pertukaran udara yang kurang efisien.

E. Interaksi dengan Orangtua

Sesuai dengan materi yang ada di Buku Siswa, ada beberapa hal yang perlu ada interaksi dengan orang tua, yaitu membantu peserta didik untuk menyediakan alat dan bahan untuk menyelesaikan proyek pembuatan poster tentang upaya menjaga kesehatan sistem pernapasan. Selain membantu menyediakan alat dan bahan, diharapkan orang tua juga memberikan dukungan kepada peserta didik. Dengan seperti ini diharapkan peserta didik dapat menyelesaikan proyeknya dengan baik sehingga hasilnya juga baik.

F. Kunci Jawaban Uji Kompetensi

1. Pilihan Ganda

1. B
2. C
3. A
4. A
5. D
6. D
7. B
8. A
9. B
10. A

2. Uraian

1. Nama organ penyusun sistem pernapasan beserta fungsinya.

No.	Nama Organ	Fungsi
1.	Hidung	Untuk menyaring partikel debu atau kotoran yang masuk bersama udara, memerangkap benda asing (bakteri, virus, dst) yang masuk terhirup saat bernapas, menyamakan suhu udara yang terhirup dari luar dengan suhu tubuh atau menghangatkan udara yang masuk ke paru-paru.
2.	Faring	Untuk jalur masuk udara dan makanan, ruang resonansi suara, serta tempat tonsil (organ tubuh yang berperan dalam sistem kekebalan tubuh).
3.	Laring	Mencegah masuknya makanan atau benda asing lainnya ke dalam laring dan trakea.

No.	Nama Organ	Fungsi
4.	Trakea	Untuk menyaring benda-benda asing yang masuk ke dalam saluran pernapasan.
5.	Bronkus	Untuk menyalurkan udara dari trakea ke paru-paru kanan dan paru-paru kiri.
6.	Bronkiolus	Untuk menyalurkan udara dari bronkus ke alveolus
7.	Paru-paru	Untuk tempat pertukaran udara pernapasan, karena di dalamnya terdapat alveolus yang merupakan jaringan yang berfungsi sebagai tempat pertukaran udara.

2. Mekanisme inspirasi: terjadi kontraksi otot dada dan diafragma sehingga menyebabkan rongga dada membesar, paru-paru mengembang, dan tekanan udara di dalam paru-paru mengecil sehingga udara dari luar masuk ke paru-paru. Mekanisme ekspirasi: terjadi relaksasi otot dada dan diafragma sehingga menyebabkan rongga dada kembali normal, paru-paru kembali normal, dan tekanan udara di dalam paru-paru besar sehingga udara dari dalam paru-paru keluar.
3. Beberapa contoh gangguan atau penyakit pada sistem pernapasan dan penyebabnya.

No.	Nama Gangguan	Penyebab Gangguan
1.	Asma	Dapat dipicu oleh masuknya zat pemicu alergi (alergen) dalam tubuh, misalnya asap rokok, debu, bulu hewan peliharaan, dan serbuk sari. Selain itu, asma juga dapat disebabkan karena perasaan kaget, terlalu lelah,dan suhu udara dingin.
2.	Pneumonia	Disebabkan oleh bakteri *Streptococcus pneumoniae*
3.	TBC	Disebabkan oleh infeksi bakteri *Mycobacterium tuberculosis*
4.	Influenza	Disebabkan *Orthomyxovirus*, misalnya *Influenza virus*

4. Upaya yang dapat dilakukan untuk menjaga sistem pernapasan diantaranya ialah dengan menggunakan masker jika berada di jalan raya atau ketika sedang bersih-bersih, tidak merokok, meningkatkan kekebalan tubuh agar tidak mudah tertular bakteri atau virus penyebab penyakit sistem pernapasan dengan makan makanan bergizi, dan rajin berolahraga.
5. Struktur yang terganggu pada tubuh Beny adalah pita suara. Tubuh Beny mengalami demam sehingga pita suara Beny membengkak dan Beny kesulitan bernyanyi.

G. Tugas Proyek

Kegiatan proyek pada materi sistem pernapasan manusia ialah membuat poster tentang upaya menjaga kesehatan sistem pernapasan manusia. Poster dapat dibuat pada kertas manila ukuran A3 dengan berbagai kreasi peserta didik. Kegiatan proyek dilakukan secara berkelompok 2-3 orang. Kegiatan proyek dapat dilakukan peserta didik di rumah dalam waktu satu minggu. Guru dapat mendampingi dan memantau pekerjaan peserta didik pada saat pertemuan di kelas. Apabila peserta didik mengalami kesulitan, peserta didik dapat bertanya kepada guru saat di kelas. Berkaitan dengan cara penilaian proyek ini, guru dapat merujuk cara penilaian yang terdapat pada bagian umum dengan disesuaikan tugas peserta didik.

9 Petunjuk Pembelajaran: Sistem Ekskresi Manusia

A. Pengantar

Bab 9 pada buku ini memuat materi sistem ekskresi manusia. Ada dua bagian materi yang akan dipelajari peserta didik, bagian pertama adalah struktur dan fungsi sistem ekskresi manusia, sedangkan pada bagian kedua adalah gangguan dan kelainan pada sistem ekskresi manusia, serta upaya menjaga kesehatan sistem ekskresi. Pada bagian pertama peserta didik mempelajari struktur dan fungsi sistem ekskresi manusia pada ginjal, kulit, hati, dan paru-paru. Pada bagian kedua, peserta didik akan mempelajari berbagai gangguan pada sistem ekskresi manusia serta upaya untuk mencegah atau menanggulanginya. Seluruh materi pada bab ini diajarkan melalui kegiatan diskusi, pemecahan masalah, penyelidikan, menganalisis data, dan mencari informasi melalui lingkungan sekitar, media massa, ataupun media elektronik. Setelah mempelajari seluruh bagian yang terdapat pada Bab 9, peserta didik mendapatkan tugas untuk menyelesaikan proyek.

Proyek yang akan dikerjakan oleh peserta didik adalah membuat laporan kegiatan wawancara dengan tenaga medis setempat tentang berbagai penyakit atau gangguan pada sistem ekskresi serta upaya menjaga kesehatan sistem ekskresi. Apabila peserta didik telah selesai menyusun laporan, peserta didik diminta untuk mempresentasikan hasilnya di depan kelas.

1. Kompetensi Dasar

3.10 Menganalisis sistem ekskresi pada manusia dan memahami gangguan pada sistem ekskresi serta upaya menjaga kesehatan sistem ekskresi

4.10 Membuat karya tentang sistem ekskresi pada manusia dan penerapannya dalam menjaga kesehatan diri

2.Indikator Pencapaian Kompetensi

Pada kegiatan pembelajaran di lapangan, guru dapat mengembangkan sendiri Indikator Pencapaian Kompetensi dengan disesuaikan pada kondisi peserta didik masing-masing. Berikut ini dipaparkan contoh Indikator Pencapaian Kompetensi yang dapat dijabarkan dari KD 3.10 dan KD 4.10.

3.10.1 Menyebutkan organ-organ penyusun sistem ekskresi pada manusia
3.10.2 Mendeskripsikan fungsi sistem ekskresi
3.10.3 Menganalisis keterkaitan antara struktur dan fungsi pada organ ginjal
3.10.4 Menganalisis keterkaitan antara struktur dan fungsi pada organ paru-paru
3.10.5 Menganalisis keterkaitan antara struktur dan fungsi pada organ hati
3.10.6 Menganalisis keterkaitan antara struktur dan fungsi pada organ kulit

3.10.7 Mengidentifikasi kelainan dan penyakit yang terjadi pada sistem ekskresi
3.10.8 Mengidentifikasi berbagai pola hidup untuk menjaga kesehatan sistem ekskresi
4.10.1 Membuat karya tentang berbagai penyakit atau gangguan pada sistem ekskresi serta upaya menjaga kesehatan diri
4.10.2 Merencanakan pola hidup sehat untuk menjaga sistem ekskresi

3. Alokasi Waktu

Pembelajaran dan penilaian Bab 9 tentang sistem ekskresi manusia memerlukan waktu 10 jam atau 4 kali tatap muka (TM) (dengan asumsi 5 JP/minggu diorganisasikan menjadi dua kali TM, yakni 3 JP dan 2 JP). Pengorganisasian 4 TM tersebut adalah sebagai berikut.

Tabel 9.1 Penjabaran Materi Pembelajaran Tiap Pertemuan pada Bab 9

Pertemuan Ke	Materi
1	Struktur dan fungsi sistem ekskresi pada manusia ▪ Ginjal
2	Struktur dan fungsi sistem ekskresi pada manusia ▪ Kulit ▪ Paru-paru ▪ Hati
3	Gangguan pada sistem ekskresi dan upaya menjaga kesehatan sistem ekskresi ▪ Gangguan pada sistem ekskresi
4	Gangguan pada sistem ekskresi dan upaya menjaga kesehatan sistem ekskresi ▪ Upaya menjaga kesehatan sistem ekskresi
5	▪ Ulangan harian

4. Materi Esensial

a. Sistem ekskresi merupakan salah satu mekanisme tubuh untuk mengeluarkan zat sisa metabolisme, zat sisa metabolisme ini bersifat beracun bagi tubuh jika tidak dikeluarkan, secara terus menerus akan merusak berbagai organ dalam tubuh. Organ-organ ekskresi dalam tubuh manusia berupa organ paru-paru yang mengeluarkan zat sisa CO_2, ginjal yang akan mengekskresikan urine, kulit yang akan mengekskresikan keringat dan hati yang akan mengeluarkan bilirubin yang merupakan bahan sisa dari pemecahan sel darah merah yang sudah tua.

b. Proses pembentukan urine di dalam ginjal melalui tiga tahap yaitu: 1) Filtrasi/penyaringan yang terjadi di dalam glomerulus, sehingga terbentuk urine primer yang mengandung urea, glukosa, air, ion-ion anorganik seperti Na, K, Ca, dan Cl. Pada proses ini darah dan protein akan tetap tertinggal pada glomerulus. 2) Reabsorbsi/penyerapan kembali yang terjadi di dalam tubulus proksimal. Pada proses ini terjadi penyerapan kembali zat-zat yang masih diperlukan oleh tubuh, zat yang diserap kembali adalah glukosa, air, asam amino, dan ion-ion organik. Sedangkan urea hanya sedikit diserap kembali. 3) Augmentasi terjadi di tubulus distal dan juga di saluran pengumpul. Pada bagian ini juga masih ada proses penyerapan ion natrium, klor, dan urea. Cairan yang dihasilkan sudah keluar berupa urine sesungguhnya yang kemudian disalurkan ke rongga ginjal. Urine yang terbentuk dan terkumpul akan dibuang melalui ureter, kandung kemih dan uretra. Urine akan masuk ke dalam kandung kemih yang merupakan tempat menyimpan urine sementara. Kemudian urine dikeluarkan melewati uretra yang kemudian dikeluarkan.

c. Pertukaran gas terjadi di dalam alveolus paru-paru, oksigen di udara yang memasuki alveolus akan berdifusi dengan cepat melintasi epitelium ke dalam kumpulan kapiler yang mengelilingi alveolus, karbon dioksida akan berdifusi dengan arah yang sebaliknya. Darah pada alveolus akan mengikat oksigen dan mengangkutnya ke sel-sel jaringan. Dalam jaringan, darah mengikat karbon dioksida (CO_2) untuk dikeluarkan bersama H_2O yang dikeluarkan dalam bentuk uap air.

d. Hati berperan dalam merombak sel darah merah yang telah tua dan rusak, perombakan dilakukan oleh sel makrofag yang terdapat dalam hati. Hemoglobin dipecah menjadi zat besi, globin, dan hemin. Zat besi diambil dan disimpan dalam hati untuk dikembalikan ke sumsum tulang. Globin digunakan untuk metabolisme protein yang nantinya dipakai untuk membentuk Hb baru, sedangkan hemin diubah menjadi zat warna empedu berwarna hijau kebiruan yang disebut dengan bilirubin dan biliverdin. Zat warna empedu dikeluarkan ke usus dua belas jari dan dioksidasi menjadi urobilinogen. Urobilinogen diubah menjadi sterkobilin berwarna kuning cokelat yang berperan memberi warna pada feses. Hati juga berfungsi menguraikan asam amino dan dari penguraiannya akan menghasilkan zat sisa urea yang bersifat racun bagi tubuh kita, urea dari dalam hati akan dikeluarkan dan diangkut ke ginjal untuk dikeluarkan bersama urine.

e. Kulit terdiri atas lapisan epidermis (kulit ari) epidermis tersusun oleh sejumlah lapisan sel, lapisan atas yang disebut dengan lapisan tanduk tidak terdapat pembuluh darah dan serabut saraf dan lapisan Malpighi. Pada lapisan Dermis terdapat otot penggerak rambut, pembuluh darah dan limfa, indera, kelenjar minyak dan kelenjar keringat. Kelenjar

keringat terdapat pada kulit, berbentuk pembuluh yang panjang dari lapisan malpighi masuk ke bagian dermis. Kapiler darah, kelenjar keringat akan menyerap air dengan larutan NaCl dan sedikit urea. Air beserta larutannya akan dikeluarkan menuju pori-pori kulit.

f. Kelainan/penyakit yang terjadi pada sistem ekskresi adalah nefritis, albuminuria, batu ginjal, hematuria, diabetes insipidus, biang keringat, jerawat, dan kanker ginjal.

g. Pola hidup yang dapat diterapkan dalam menjaga kesehatan sistem ekskresi yaitu menjaga pola makan dan minum, menghindari merokok, menghindari minum-minuman beralkohol dan berkafein, berolahraga dengan rutin, mengatur pola makan yang seimbang, banyak minum air mineral 2 liter sehari, serta tidak menunda untuk buang air kecil.

B. Kegiatan Pembelajaran

Pada pembelajaran Bab 9 tentang sistem ekskresi manusia guru dapat menerapkan pembelajaran *Group Investigation* (GI), *discovery learning*, ataupun *Creative Problem Solving* (CPS), atau model pembelajaran lain yang prosesnya berbasis *scientific approach*.

Pertemuan 1, Materi: Pendahuluan Sistem Ekskresi dan Ginjal

a. Guru melakukan apersepsi dan motivasi dengan menunjukkan fenomena atau mengajukan pertanyaan "Coba bayangkan apa yang akan terjadi jika kamu tidak mengeluarkan urine, tidak berkeringat? Apakah tubuh kamu semakin sehat?"

b. Peserta didik diajak untuk bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena Tuhan telah menciptakan manusia dengan sistem tubuh yang seimbang dan begitu sempurna. Pada tubuh yang sehat dan seimbang harus ada pengaturan zat-zat yang diperlukan tubuh serta pengaturan pengeluaran zat-zat apa saja yang sudah tidak diperlukan oleh tubuh.

c. Guru menyampaikan kepada peserta didik tujuan pembelajaran yang tertera pada fitur "Ayo, Kita Pelajari". Peserta didik dapat membaca nilai yang diperoleh setelah mempelajari struktur dan fungsi sistem ekskresi pada fitur mengapa penting.

d. Peserta didik melakukan aktivitas pada fitur "Ayo, Kita Diskusikan" yang berisi pertanyaan terkait pengetahuan awal peserta didik tentang sistem ekskresi untuk mendorong kemampuan menalar peserta didik.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

1. Tubuh mengeluarkan zat sisa berupa keringat, urine, empedu (berupa pewarna urine dan feses), gas CO_2 dan H_2O.
2. Zat-zat sisa metabolisme tersebut harus dikeluarkan tubuh karena jika tidak dikeluarkan akan meracuni tubuh dan merusak fungsi atau kerja organ tubuh lainnya.
3. Jika zat sisa tidak dikeluarkan, tubuh menjadi tidak sehat atau terjadi gangguan pada tubuh, selain itu juga akan memicu timbulnya penyakit dalam tubuh.

e. Selanjutnya untuk membelajarkan materi ginjal, peserta didik diarahkan melakukan Aktivitas 9.1 tentang model penyaringan darah dalam ginjal. Peserta didik dapat dibagi menjadi beberapa kelompok kemudian mempersiapkan alat-alat dan bahan yang dibutuhkan.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 9.1 Model Penyaringan Darah dalam Ginjal

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Pada larutan yang sudah disaring akan lebih jernih dan lebih encer daripada larutan yang awal, zat-zat terlarut tersaring pada kertas saring.
2. Perbedaan larutan awal dan larutan hasil saringan disebabkan karena adanya tekanan ke bawah mendorong air dan komponen-komponen melewati pori-pori dari kertas saring. Komponen yang memiliki ukuran besar tidak dapat ikut melewati kertas saring. Model ini memodelkan penyaringan yang terjadi pada ginjal manusia.
3. (a) Corong dan kertas saring diumpamakan sebagai glomerulus, karena terdapat unit penyaringan larutan yang masuk. (b) Gelas kimia diumpamakan sebagai kapsula Bowman, yang berfungsi menampung larutan yang telah disaring kemudian meneruskannya pada saluran ginjal lainnya.

f. Pada saat peserta didik mencoba mendiskusikan pertanyaan pada Aktivitas 9.1, diharapkan peserta didik akan terdorong untuk membaca materi yang ada pada Buku Siswa tentang struktur ginjal. Selanjutnya guru dapat membahas hasil percobaan model penyaringan ginjal serta mengaitkannya dengan struktur dan fungsi bagian-bagian ginjal.

g. Peserta didik dapat mempelajari proses pembentukan urine dengan mengerjakan kegiatan "Ayo, Kita Diskusikan". Melalui kegiatan "Ayo, Kita Diskusikan" masing-masing peserta didik diharapkan dapat membuat rangkuman sendiri tentang tempat dan proses penyaringan urine serta hasil dari masing-masing peristiwa penyaringan urine.

h. Peserta didik dapat mengumpulkan hasil dari kegiatan "Ayo, Kita Diskusikan", kemudian peserta didik mengomunikasikan hasilnya dan berdiskusi tentang proses penyaringan urine.

i. Peserta didik bersama guru menarik kesimpulan tentang materi yang dipelajari hari ini.

   Alternatif Kesimpulan:
   - Ginjal merupakan salah satu alat ekskresi, proses yang terjadi dalam ginjal.
   - Filtrasi, dimulai dengan proses penyaringan darah sehingga terbentuk urine primer yang dilakukan di glomerulus.
   - Reabsorbsi, terjadi penyerapan kembali zat-zat yang diperlukan oleh tubuh, zat-zat yang diserap kembali adalah glukosa, air, asam amino, dan ion-ion organik sehingga terbentuk urine sekunder yang terjadi di tubulus proksimal.
   - Augmentasi, terjadi penambahan zat yang tidak dibutuhkan oleh tubuh, sampai terbentuk urine sebenarnya yang terjadi di tubulus distal.
   - Setelah urine sebenarnya terbentuk urine akan disimpan sementara di tubulus kolektivus, kemudian dikeluarkan dari dalam ginjal melalui ureter dan disimpan sementara di kandung kemih. Ketika kandung kemih sudah penuh, akan menekan saraf sehingga tubuh merasa ingin buang air kecil. Kemudian urine akan dikeluarkan dari kandung kemih melalui uretra dan dikeluarkan ke luar tubuh.

j. Peserta didik ditugaskan untuk mempelajari materi yang berikutnya mengenai mekanisme pengeluaran keringat dan zat-zat metabolisme lainnya dalam tubuh.

Pertemuan 2, Materi: Kulit, Paru-paru, dan Hati

a. Guru mengawali pembelajaran dengan mengaitkan pengetahuan peserta didik dengan peristiwa sehari-hari yang mengakibatkan kita berkeringat, kemudian guru dapat menggali informasi awal yang dimiliki peserta didik tentang apa sebenarnya tujuan tubuh kita berkeringat dan organ apa yang berperan dalam pengeluaran keringat.

b. Mengawali pembahasan materi kulit, peserta didik diminta untuk mengerjakan fitur "Ayo, Kita Cari Tahu" tentang fungsi lain kulit selain sebagai organ ekskresi yang mengeluarkan keringat.

Ayo, Kita Cari Tahu

Tubuh harus berkeringat pada saat suhu udara meningkat karena dengan berkeringat akan membantu tubuh menurunkan suhu tubuh. Jadi selain sebagai alat ekskresi, kulit juga berfungsi sebagai pengatur suhu tubuh.

Jaringan adiposa adalah jaringan yang menyimpan lemak, sehingga berfungsi sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan berupa lemak atau adiposa, pelindung untuk mengurangi hilangnya air dalam tubuh (melalui proses pengaturan pengeluaran urine dan keringat), serta melindungi tubuh dari gesekan, panas, zat kimia, dan kuman.

c. Selanjutnya peserta didik mempelajari organ ekskresi paru-paru. Peserta didik diarahkan untuk melakukan Aktivitas 9.2 tentang sisa metabolisme yang diekskresikan melalui paru-paru. Peserta didik perlu diingatkan untuk berhati-hati ketika menghembuskan napas ke air kapur agar jangan sampai tertelan.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 9.2 Sisa Metabolisme yang Diekskresikan Melalui Paru-paru

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Pada saat menghembuskan napas ke cermin, cermin akan tampak buram karena adanya uap air yang dihembuskan lewat pernapasan. Zat yang dikeluarkan adalah uap air (H_2O).

2. Ketika menghembuskan napas pada air kapur maka air kapur akan berubah menjadi keruh. Hal tersebut dapat terjadi karena adanya reaksi antara air kapur atau $Ca(OH)_2$ dengan karbon dioksida (CO_2) sehingga terbentuk endapan kapur. Apabila ditulis dalam reaksi kimia adalah sebagai berikut $Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$. Hal ini membuktikan bahwa hasil pernapasan adalah karbon dioksida.
3. Zat yang dibutuhkan tubuh untuk bernapas adalah oksigen, dan zat yang dikeluarkan adalah karbon dioksida dan uap air.
4. $C_6H_{12}O_6 + O_2 \rightarrow O_2 + H_2O$ (uap air)

d. Setelah melakukan percobaan, peserta didik berdiskusi tentang hasil percobaan dan menegaskan bahwa hasil ekskresi adalah uap air dan karbon dioksida. Peserta didik diarahkan untuk bertanya tentang hal-hal yang berkaitan dengan percobaan yang telah dilakukan.

e. Peserta didik dibimbing untuk membahas organ ekskresi berikutnya yaitu hati. Peserta didik memulai mempelajari struktur hati kemudian fungsi hati sebagai alat ekskresi serta zat yang diekskresikan hati beserta fungsinya. Sebelum mengakhiri pertemuan hari ini guru dapat mengarahkan peserta didik agar membaca fitur "Ayo, Kita Pahami" untuk mempertegas pemahaman peserta didik tentang zat-zat yang dikeluarkan oleh masing-masing organ ekskresi.

f. Pada akhir kegiatan pembelajaran peserta didik dapat mengerjakan beberapa pertanyaan pada fitur "Ayo, Kita Pikirkan" tentang keluarnya air dari dalam tubuh.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Pikirkan!

1. Dalam kondisi normal tubuh banyak kehilangan air dari dalam tubuh melalui urine.
2. Pada saat melakukan olahraga atau pada cuaca yang panas tubuh kehilangan air lebih banyak melalui kulit daripada melalui ginjal karena tubuh dengan berkeringat akan membantu metabolisme tubuh untuk mengatur penurunan suhu tubuh.
3. Upaya yang dapat dilakukan untuk menjaga tubuh tidak dehidrasi (kekurangan air) ketika cuaca panas atau saat melakukan olahraga adalah dengan memperbanyak minum air atau minuman yang mengandung elektrolit untuk memenuhi kebutuhan cairan tubuh.

Pertemuan 3, Materi: Gangguan pada Sistem Ekskresi Manusia dan Upaya untuk Mencegah atau Menanggulanginya

a. Guru melakukan apersepsi dengan menanyakan penyakit *diabetes mellitus* yang diderita orang di sekitar mereka, atau yang sering disebut dengan kencing manis. Apakah yang menyebabkan penyakit kencing manis? Kemudian peserta didik diajak melakukan pengecekan apakah mengalami gangguan pada ginjal atau tidak.

b. Peserta didik ditugaskan untuk melakukan Aktivitas 9.3 mengenai uji kandungan gula dan protein dalam urine. Peserta didik melakukan percobaan uji urine ini secara berkelompok. Guru perlu mengingatkan peserta didik untuk berhati-hati ketika bekerja agar urine tidak tumpah atau mengenai baju. Peserta didik harus segera mencuci tangan setelah melakukan percobaan.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 9.3 Uji Kandungan Gula dan Protein dalam Urine

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Urine orang normal mengandung unsur-unsur sebagai berikut.
   - Air
   - Urea (25-30 gram) merupakan hasil akhir dari metabolisme protein pada mamalia
   - Amonia, pada keadaan normal terdapat sedikit dalam urine segar. Adanya amonia menyebabkan urine berbau
   - Kreatinin dan kreatin (kreatinin: produk pemecahan kreatin), normalnya 20-26 mg/kg pada laki-laki, dan 14-22 mg/kg pada perempuan
   - Asam urat, adalah hasil akhir terpenting oksidasi purin dalam tubuh. Asam urat sangat sukar larut dalam air, tetapi mengendap membentuk garam-garam yang larut dengan alkali. Pengeluaran asam urat meningkat pada penderita leukemia, penyakit hati berat
   - Klorida (terutama NaCl) dalam bentuk garam, pengeluarannya tergantung dari masukan
   - Mineral berupa Na, Ca, K, Mg ada sedikit dalam urine
   - Vitamin, hormon, dan enzim dalam urine sedikit
   - Pigmen warna dari empedu
2. Sedangkan jika pada urine mengandung glukosa kemungkinan orang tersebut menderita diabetes mellitus yang disebabkan gangguan

pada proses reabsorbsi pada tubulus proksimal. Untuk melihat uji urine dan perubahan warna yang terjadi pada urine setelah diberikan reagen, dapat dilihat pada *link* video *http://www.youtube.com/watch?v=tDKqzinkTrw*

3. Ketika dalam urine seseorang mengandung protein kemungkinan orang tersebut menderita albuminuria, yang disebabkan gangguan pada proses filtrasi pada glomerulus ginjal.
4. Upaya yang dapat dilakukan untuk menjaga ginjal tetap sehat, diantaranya adalah minum air putih, mengonsumsi buah dan sayur yang banyak mengandung air, tidak menahan kencing, tidak mengonsumsi makanan yang mengandung garam dan protein terlalu tinggi, dan berolahraga.

Alternatif Kesimpulan:

Urine yang normal tidak mengandung protein ataupun gula, sehingga ketika dilakukan uji urine terhadap kandungan protein, urine normal tidak berubah warna menjadi merah muda sampai ungu dan pada saat dilakukan uji terhadap kandungan gula, urine tidak berubah warna menjadi merah bata.

c. Setelah melakukan percobaan, peserta didik berdiskusi tentang hasil percobaan, dan guru dapat menegaskan tentang pentingnya menjaga kesehatan organ ekskresi.

d. Peserta didik diarahkan untuk membaca dan mempelajari beberapa gangguan dan penyakit pada sistem ekskresi. Peserta didik dapat mencari informasi lebih banyak selain yang ada pada buku tentang setiap gangguan ekskresi seperti melalui artikel kesehatan dari internet.

e. Pada saat diskusi tentang gangguan dan penyakit pada sistem ekskresi guru dapat mengarahkan peserta didik untuk membaca informasi tambahan pada fitur "Tahukah Kamu" dan "Ayo, Kita Pahami".

f. Peserta didik dapat menyimpulkan apa yang telah dipelajari.

Alternatif Kesimpulan:

Urine orang normal mengandung air, urea, amonia, kreatin, asam urat, NaCl, mineral, vitamin yang tidak dibutuhkan oleh tubuh dan pigmen warna dari empedu. Jika urine seseorang mengandung glukosa terdapat indikasi orang tersebut menderita *diabetes mellitus*, namun diperlukan pemeriksaan medis lebih lanjut untuk memastikannya. Jika urine yang diuji mengandung protein kemungkinan orang tersebut menderita albuminuria. Gangguan lain yang dapat muncul pada sistem ekskresi adalah biang keringat, nefritis, batu ginjal, hematuria, *diabetes insipidus*, kanker ginjal, dan jerawat.

g. Peserta didik diberi tugas untuk mempelajari materi yang berikutnya mengenai bagaimana pola hidup yang seharusnya kita lakukan, untuk menjaga kesehatan organ ekskresi.

Pertemuan 4, Materi: Upaya Menjaga Kesehatan Sistem Ekskresi

a. Guru melakukan apersepsi dengan menunjukkan data tentang uji urine dari beberapa penderita kerusakan ginjal. Guru dapat mengaitkan pengetahuan peserta didik dengan materi yang telah dibahas pada pertemuan sebelumnya. Contoh data yang dapat dipaparkan adalah sebagai berikut:

Tabel 9.2 Contoh Hasil Uji Urine

Subjek	Warna Urine	
	Uji Protein	Uji Glukosa
A	Kuning kecokelatan	Hijau kebiruan dan tidak ada endapan
B	Ungu	Hijau kebiruan dan tidak ada endapan
C	Kuning kecokelatan	Merah bata dan terdapat endapan

b. Guru dapat memberikan pertanyaan kepada peserta didik, "Manakah subjek uji yang mengalami kerusakan pada ginjalnya berdasarkan data hasil uji urine tersebut?". Peserta didik diberikan kesempatan untuk bertanya tantang data yang telah dipaparkan.

c. Pembelajaran yang akan dilakukan selanjutnya adalah menyusun kegiatan yang harus dilakukan untuk menjaga kesehatan sistem ekskresi. Peserta didik diarahkan untuk mengerjakan fitur "Ayo, Kita Cari Tahu".

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Cari Tahu

Tabel 9.3 Contoh Upaya Menjaga Kesehatan Sistem Ekskresi

No	Upaya Menjaga Kesehatan Sistem Ekskresi	Alasan
1	Mengatur pola makan yang seimbang	Mengatur pola makan seimbang dapat mencukupi kebutuhan energi bagi tubuh sehingga proses metabolisme dan ekskresi dalam tubuh juga akan berjalan dengan baik.

No	Upaya Menjaga Kesehatan Sistem Ekskresi	Alasan
2	Minum air minimal 2 liter per hari	Minum air yang cukup sesuai dengan kebutuhan tubuh akan menyeimbangkan kondisi cairan tubuh. Air akan membantu ginjal bekerja karena air berperan sebagai media untuk mengeliminasi sisa metabolisme, sedangkan ginjal berperan sebagai organ yang menyaring darah dan mengeluarkan zat sisa metabolisme. Oleh karena itu, dengan banyak minum air maka akan memperingan kerja ginjal dalam membuang sisa metabolisme.
3	Olahraga teratur	Olahraga teratur akan membantu menjaga kesehatan paru-paru sehingga dapat melakukan fungsinya sebagai salah satu organ ekskresi dengan baik. Selain itu, dengan olahraga secara teratur tubuh akan berkeringat sehingga zat-zat sisa metabolisme dapat keluar melalui kulit.
4	Tidak menunda buang air kecil	Menunda buang air kecil akan menekan kandung kemih sehingga tidak baik untuk kesehatan ginjal. Apabila kandung kemih dalam keadaan penuh namun tidak segera dikosongkan dapat memungkinkan bakteri dalam urine berkembang atau dapat menginfeksi saluran kemih. Oleh karena itu, dengan tidak menunda buang air kecil maka dapat membantu menjaga kesehatan ginjal.

d. Setelah peserta didik berdiskusi alasan logis tentang beberapa hal yang dapat dilakukan untuk menjaga kesehatan organ-organ ekskresi, guru dapat membimbing peserta didik untuk melakukan refleksi diri tentang kebiasaan sehari-hari peserta didik melalui fitur "Ayo, Kita Renungkan".

C. Penilaian dan Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi

1. Penilaian

Penilaian untuk mengembangkan sikap dan keterampilan peserta didik dapat dilakukan selama pembelajaran berlangsung melalui berbagai aktivitas. Berkaitan dengan instrumen penilaian, guru dapat merujuk pada bagian umum Bab 3 penilaian pembelajaran IPA. Penilaian kompetensi pengetahuan dapat dilihat pada kisi-kisi pencapaian kompetensi.

2. Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi

a. Kegiatan Peserta Didik

Kisi-kisi pencapaian kompetensi peserta didik melalui berbagai kegiatan yang telah dilakukan selama pembelajaran bab sistem ekskresi manusia dalam kehidupan sehari-hari dapat dilihat pada Tabel 9.4.

Tabel 9.4 Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi melalui Kegiatan Peserta Didik pada Bab 9 Sistem Ekskresi Manusia

Fitur	Materi	Ranah Kognitif					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ayo, Kita Lakukan	Model penyaringan darah dalam ginjal		✓	✓			
	Hasil ekskresi paru-paru		✓	✓	✓		
	Uji urine			✓	✓	✓	
Ayo, Kita Selesaikan	Proses pembentukan urine		✓	✓			
Ayo, Kita Diskusikan	Zat-zat yang dikeluarkan tubuh	✓	✓				
Ayo, Kita Cari Tahu	Fungsi kulit		✓				
	Upaya menjaga kesehatan sistem ekskresi			✓	✓		
Ayo, Kita Pikirkan	Hilangnya air dalam tubuh			✓	✓	✓	
Ayo, kita pahami	Zat-zat yang dikeluarkan oleh setiap organ ekskresi		✓				
	Hemodialisis dan transplantasi ginjal	✓	✓				

Fitur	Materi	Ranah Kognitif					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ayo, Kita Kerjakan Proyek	Gangguan dan penyakit pada sistem ekskresi serta upaya menjaga kesehatan sistem ekskresi			✓		✓	✓

b. Uji Kompetensi

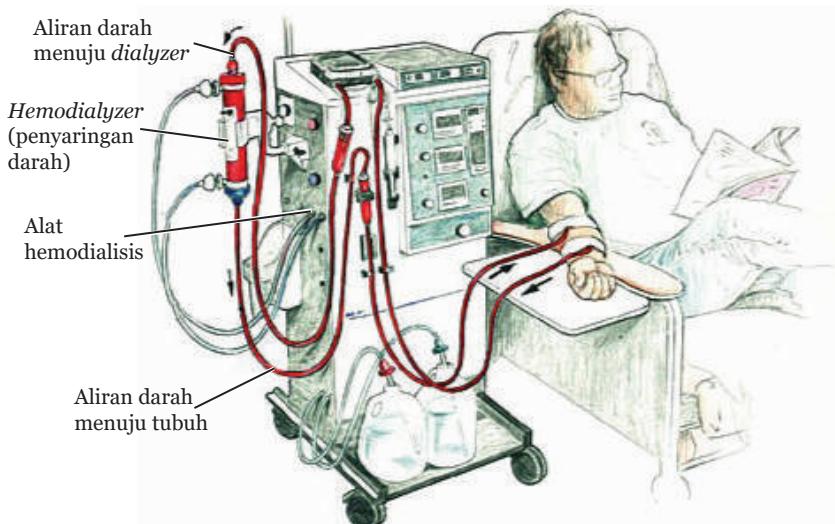
Kisi-kisi pencapaian kompetensi peserta didik melalui pengerjaan soal-soal pada uji kompetensi bab sistem ekskresi manusia dapat dilihat pada Tabel 9.5.

Tabel 9.5 Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi melalui Pengerjaan Soal-soal pada Uji Kompetensi Bab 9 Sistem Ekskresi Manusia

Indikator Butir Soal	Ranah Kognitif & No Soal					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Menjelaskan organ-organ penyusun sistem ekskresi pada manusia		A1				
Mendeskripsikan fungsi sistem ekskresi		A2 B1		B3		
Menjelaskan hubungan struktur dan fungsi pada organ ginjal		A3 A5	A4 B2			
Menjelaskan hubungan struktur dan fungsi pada organ paru-paru	A6					
Menjelaskan hubungan struktur dan fungsi pada organ hati	A7					
Menjelaskan hubungan struktur dan fungsi pada organ kulit		A8				
Mengidentifikasi kelainan dan penyakit yang terjadi pada sistem ekskresi		A9	A10		B4	
Merancang pola hidup untuk menjaga kesehatan sistem ekskresi			B5			

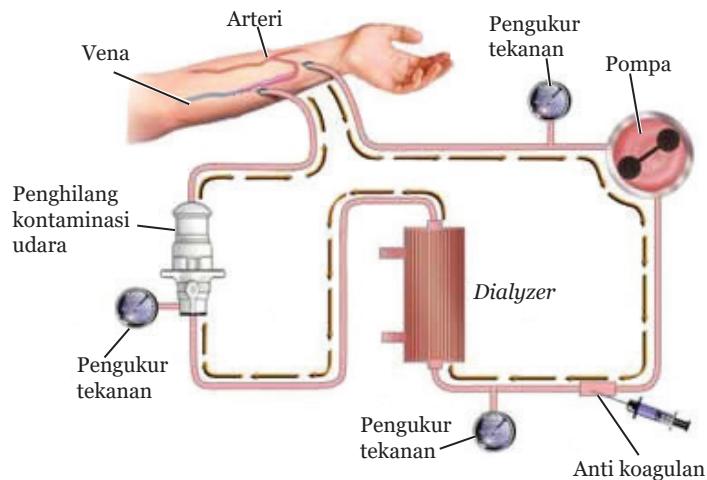
D. Materi Pengayaan

1. Cuci Darah (Hemodialisis)

Ketika kamu membaca atau mendengar istilah cuci darah, apa yang kamu pikirkan? Ketika seseorang melakukan cuci darah, kira-kira organ apa yang mengalami gangguan? Bagaimanakah proses dari cuci darah itu? Agar kamu paham, simak uraian berikut ini!

Sumber: thescrutinizer.net

Gambar 9.1 Seseorang Sedang Melakukan Cuci Darah

Setiap orang umumnya mempunyai sepasang ginjal, kiri dan kanan. Bentuknya seperti kacang polong dengan ukuran panjang sekitar 10 cm, lebar 5,5 cm, tebal 3 cm, dengan massa sekitar 150 gram. Ginjal mempunyai fungsi utama sebagai penyaring darah kotor, yaitu darah yang telah tercampur dengan sisa metabolisme tubuh. Sisa hasil metabolisme antara lain urea, asam urat, dan lain-lain. Hasil saringan kemudian akan dikeluarkan dalam bentuk air seni, sedangkan darah yang telah bersih dikembalikan ke pembuluh darah besar untuk beredar kembali ke seluruh tubuh. Dalam sehari ginjal harus menyaring sekitar 170 liter darah. Jika dengan suatu sebab, ginjal tidak dapat berfungsi maka harus dicarikan suatu terapi pengganti, artinya menggantikan pekerjaan ginjal yang tidak berfungsi lagi. Kerusakan ginjal ini mengakibatkan sisa metabolisme dan air tidak dapat lagi dikeluarkan. Dalam kadar tertentu, sampah tersebut dapat meracuni tubuh, sesak napas karena penimbunan cairan, gangguan asam-basa di dalam darah ataupun karena gangguan elektrolit, kemudian menimbulkan kerusakan jaringan bahkan kematian. Untuk mengatasi keadaan ini ada beberapa alternatif yang ditawarkan yakni hemodialisis dan transplantasi ginjal.

Hemodialisis (cuci darah) berasal dari kata *haemo* yang berarti darah dan dialisis yang berarti dipisahkan. Hemodialisis merupakan salah satu dari terapi pengganti ginjal, yang digunakan pada penderita dengan penurunan fungsi ginjal, baik akut maupun kronik. Prinsip dasar dari Hemodialisis adalah dengan menerapkan proses difusi dan ultrafiltrasi pada ginjal buatan, dalam membuang sisa-sisa metabolisme tubuh dengan menggunakan mesin.

Sumber: www.webmd.com

Gambar 9.2 Mekanisme Cuci Darah (Hemodialisis)

Pada proses hemodialisis, darah dari pembuluhnya disalurkan melalui selang kecil ke mesin yang disebut dializer. Setelah itu, darah yang telah bersih dikembalikan ke tubuh. Di dalam dializer, darah akan melewati membran yang berfungsi sebagai saringan. Sampah hasil penyaringan akan dimasukkan ke dalam cairan yang disebut larutan dialisat. Selanjutnya, dialisat yang telah tercampur dengan sampah hasil penyaringan akan dipompa keluar, kemudian diganti dengan larutan dialisat yang baru.

Walaupun hemodialisis berfungsi mirip dengan cara kerja ginjal, tindakan ini hanya mampu menggantikan sekitar 10% kapasitas ginjal normal. Selain itu, hemodialisis bukannya tanpa efek samping. Beberapa efek samping hemodialisis antara lain tekanan darah rendah, anemia, kram otot, detak jantung tak teratur, mual, muntah, sakit kepala, infeksi, pembekuan darah (trombus), dan udara dalam pembuluh darah (emboli). Pada gagal ginjal kronik, hemodialisis biasanya dilakukan 3 kali seminggu. Satu sesi hemodialisis memakan waktu sekitar 3 sampai 5 jam. Selama ginjal tidak berfungsi, selama itu pula hemodialisis harus dilakukan, kecuali ginjal yang rusak diganti ginjal yang baru dari donor. Tetapi, proses pencangkokan ginjal sangat rumit dan membutuhkan biaya besar. Hemodialisis dapat dikerjakan untuk awal pada penderita gagal ginjal. Walaupun cuci darah menyelamatkan

nyawa dan memperbaiki kualitas hidup pasien, namun upaya ini tidak dapat memulihkan pasien kembali normal seperti sedia kala. Selain itu biaya untuk melakukan cuci darah juga lumayan mahal.

Gagal ginjal merupakan lanjutan dari penyakit ginjal menahun. Jumlah pasien dengan penyakit ginjal menahun banyak sekali, ratusan ribu di seluruh Indonesia. Masalahnya, pasien penyakit ginjal menahun yang belum masuk tahap gagal ginjal akan sakit untuk diketahui. Jadi, tantangan pemerintah adalah melaksanakan program yang efektif untuk mencegah pasien penyakit ginjal menahun agar tidak memburuk, agar tidak progresif menjadi tahap gagal ginjal menahun yang memerlukan cuci darah.

Proses kerusakan ginjal biasanya makan waktu sepuluh tahun atau lebih. Ada beberapa penyakit yang paling sering menyebabkan kerusakan ginjal progresif, yaitu kencing manis (diabetes) dan tekanan darah tinggi. Beberapa penyakit lain yang kemudian dapat berlanjut ke gagal ginjal antara lain adalah penyakit batu ginjal, infeksi ginjal, dan nefritis. Namun untuk yang sudah telanjur gagal ginjal, yang sedang menjalani cuci darah, maka perlu dilanjutkan secara teratur, karena mutlak diperlukan untuk menggantikan fungsi ginjal dan bermanfaat untuk dapat menjalankan aktivitas sehari-hari.

2. Transplantasi Ginjal

Transplantasi ginjal berarti ginjal dipindahkan dari donor ke resipien. Transplantasi ginjal merupakan pilihan ideal untuk pengobatan gagal ginjal. Organ ginjal yang ditransplantasikan dapat berasal dari donor jenazah) atau dari donor hidup. Di Indonesia transplantasi ginjal pertama dilaksanakan pada tahun 1977 oleh dr. Sidabutar dkk. Umur termuda yang pernah mengalami transplantasi ginjal di Indonesia ialah umur 14 tahun. Di negara maju, transplantasi ginjal pada anak dapat dilakukan sejak neonatus sampai umur 20 tahun. Ketahanan ginjal donor hidup (*living donor grafts*) adalah 87% untuk 1 tahun pertama dan 68% untuk 5 tahun pertama. Sedangkan untuk donor cadaver (*cadaveric grafts*) masing 72% dan 50%.

E. Interaksi dengan Orangtua

Peserta didik dapat bertanya atau didampingi orang tua ketika melakukan wawancara dengan tenaga medis apabila tempatnya jauh dari rumah.

F. Kunci Jawaban Uji Kompetensi

1. Pilihan Ganda

1. D
2. C
3. C
4. A
5. C
6. D
7. B
8. B
9. B
10. B

2. Uraian

1. Ginjal = urine
   Hati = urea, empedu
   Paru-paru = CO_2 dan H_2O
   Kulit = keringat
2. Proses pembentukan urine

Proses	Tempat	Bahan	Hasil
Filtrasi	Terjadi di Glomerulus	Darah	Urine primer
Reabsorpsi	Terjadi di tubulus proksimal	Urine primer	Urine sekunder
Augmentasi	Terjadi di tubulus distal	Urine sekunder	Urine

3. Pada otak di bagian hipotalamus, akan mengatur jumlah air di dalam darah. Ketika otak mendeteksi bahwa di dalam darah terlalu banyak air, maka hipotalamus akan melepaskan sejumlah hormon yang mendorong ginjal untuk mengurangi jumlah air yang ada di dalam darah sehingga ginjal akan meningkatkan jumlah urine yang dikeluarkan. Begitu pula ketika pada suhu udara panas di siang hari, ketika jumlah cairan di dalam darah tinggi, hipotalamus akan mengeluarkan hormon, dan memberikan sinyal pada kelenjar keringat yang ada di dalam kulit untuk memproduksi keringat yang lebih banyak.
4. Pasien menderita albuminuria (di dalam urine terdapat protein) kerusakan pada glomerulus dan menderita *diabetes mellitus* (di dalam urine terdapat glukosa) kerusakan pada tubulus proksimal. Tubulus

proksimal merupakan bagian dari ginjal yang berfungsi dalam tahap reabsorbsi/penyerapan kembali. Artinya jika terjadi kerusakan pada organ ini akan menyebabkan gangguan-gangguan misalnya ditemukan adanya glukosa pada organ ini, karena tubulus proksimal tidak mampu mereabsorbsi urine primer, sehingga dalam urine masih mengandung glukosa.

5. Contoh pola hidup untuk menjaga kesehatan sistem ekskresi di antaranya adalah mengatur pola makan yang seimbang, meminum air mineral 2 liter per hari, olahraga teratur, dan tidak menunda jika akan buang air kecil.

G. Tugas Proyek

Proyek pada bab ini adalah menyelidiki gangguan dan penyakit pada sistem ekskresi serta upaya menjaga kesehatan sistem ekskresi yang dapat dilakukan secara berkelompok. Waktu untuk kegiatan wawancara dengan tenaga medis dapat dimulai pada pertengahan bab, setelah peserta didik memahami fungsi organ ekskresi dan mekanisme ekskresi atau pada saat membahas materi gangguan pada sistem ekskresi. Guru dapat meminta peserta didik untuk membuat daftar pertanyaan terlebih dahulu, kemudian mengoreksi dan memberikan beberapa saran apabila ada pertanyaan yang kurang tepat. Guru juga harus mengingatkan kepada peserta didik untuk bertanya dengan sopan dan sesuai dengan daftar pertanyaan yang telah disusun. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan wawancara dan menyusun hasil wawancara sekitar 2 minggu. Guru mengarahkan peserta didik untuk membuat karya berupa artikel hasil wawancara tentang sistem ekskresi pada manusia dan penerapannya dalam menjaga kesehatan diri.

10 Petunjuk Pembelajaran: Getaran, Gelombang, dan Bunyi dalam Kehidupan Sehari-hari

Sumber: Dok. Kemdikbud

A. Pengantar

Bab 10 pada buku ini memuat materi getaran dan gelombang dalam kehidupan sehari-hari. Pada bab 10 ini terdiri dari 3 bagian, yaitu getaran dan gelombang, mekanisme mendengar pada manusia, dan aplikasi getaran dan gelombang dalam teknologi. Pada bagian pertama peserta didik mempelajari konsep getaran; gelombang; jenis gelombang; hubungan antara panjang gelombang, frekuensi, cepat rambat, dan periode gelombang; pemantulan gelombang; gelombang bunyi; serta karakteristik bunyi. Pada bagian kedua, peserta didik akan mempelajari tentang struktur telinga dan mekanisme mendengar pada manusia. Pada bagian ketiga peserta didik akan mempelajari tentang aplikasi getaran dan gelombang dalam teknologi misalnya sistem sonar pada kelelawar, USG, dan alat pengukur kedalaman laut. Seluruh materi pada bab ini diajarkan melalui kegiatan diskusi, pemecahan masalah, penyelidikan, menganalisis data, dan mencari informasi melalui lingkungan sekitar, media massa, ataupun media elektronik.

1. Kompetensi Dasar

3.11 Menganalisis konsep getaran, gelombang, dan bunyi dalam kehidupan sehari-hari termasuk sistem pendengaran manusia dan sistem sonar pada hewan

4.11 Menyajikan hasil percobaan tentang getaran, gelombang, dan bunyi

2.Indikator Pencapaian Kompetensi

Pada kegiatan pembelajaran di kelas, guru dapat mengembangkan sendiri Indikator Pencapaian Kompetensi dengan disesuaikan pada kondisi peserta didik masing-masing. Berikut ini dipaparkan contoh Indikator Pencapaian Kompetensi yang dapat dijabarkan dari KD 3.11 dan KD 4.11.

3.11.1 Menjelaskan pengertian getaran
3.11.2 Menyelidiki peristiwa getaran bandul
3.11.3 Menghitung frekuensi dan periode ayunan getaran
3.11.4 Menjelaskan pengertian gelombang
3.11.5 Menyelidiki peristiwa gelombang
3.11.6 Menjelaskan karakteristik gelombang transversal
3.11.7 Menjelaskan karakteristik gelombang longitudinal
3.11.8 Menghitung panjang gelombang dan kecepatan gelombang
3.11.9 Membedakan gelombang transversal dan longitudinal
3.11.10 Menjelaskan hubungan antara panjang gelombang, frekuensi, cepat rambat, dan periode gelombang
3.11.11 Menghitung periode bandul
3.11.12 Menghitung panjang gelombang

3.11.13 Menjelaskan peristiwa pemantulan gelombang
3.11.14 Menghitung kedalaman laut
3.11.15 Membedakan gaung dan gema
3.11.16 Menjelaskan karakteristik bunyi
3.11.17 Menghitung cepat rambat gelombang bunyi
3.11.18 Menghitung jarak sumber bunyi ke pendengar
3.11.19 Menganalisis hubungan antara frekuensi bunyi dengan tegangan dawai
3.11.20 Menganalisis hubungan antara panjang pendeknya senar dengan frekuensi bunyi
3.11.21 Menjelaskan struktur dan fungsi bagian pada telinga
3.11.22 Menjelaskan mekanisme mendengar pada manusia
3.11.23 Menghitung jarak sumber bunyi ke pendengar
3.11.24 Menjelaskan tujuan membuka mulut saat mendengar suara keras
3.11.25 Menjelaskan sistem sonar pada kelelawar, USG, dan alat pengukur kedalaman laut
3.11.26 Menjelaskan perubahan keras lemah bunyi pada sirene ambulan yang bergerak
3.11.27 Menjelaskan dampak negatif penggunaan sonar
3.11.28 Menjelaskan cara pemantulan bunyi dan sistem kerja sonar
4.11.1 Menyusun hasil pencarian tentang sistem radar dalam bentuk poster/ makalah

3. Alokasi Waktu

Pembelajaran dan penilaian Bab 10 tentang getaran dan gelombang dalam kehidupan sehari-hari memerlukan waktu 13 jam atau 5 kali tatap muka (TM) (dengan asumsi 5 JP/minggu diorganisasikan menjadi dua kali TM, yakni 3 JP dan 2 JP). Pengorganisasian 5 TM tersebut adalah sebagai berikut.

Tabel 10.1 Penjabaran Materi Pembelajaran Tiap Pertemuan pada Bab 10

Pertemuan Ke	Materi
1	Getaran, gelombang, dan bunyi ▪ Getaran ▪ Gelombang transversal ▪ Gelombang longitudinal
2	Getaran, gelombang, dan bunyi ▪ Hubungan antara panjang gelombang, frekuensi, cepat rambat, dan periode gelombang ▪ Pemantulan gelombang

3	Getaran, gelombang, dan bunyi ▪ Bunyi ▪ Frekuensi bunyi ▪ Karakteristik bunyi
4	Mekanisme mendengar pada manusia dan hewan ▪ Mekanisme pendengaran manusia ▪ Struktur dan fungsi bagian pada telinga ▪ Skema proses mendengar ▪ Pendengaran pada hewan
5	Aplikasi getaran dan gelombang dalam teknologi ▪ Macam-macam teknologi yang memanfaatkan gelombang ▪ Ulangan harian

4. Materi Esensial

a. Mendengar adalah kemampuan untuk mendeteksi vibrasi mekanis yang disebut suara.

b. Organ pendengaran pada manusia adalah telinga yang berfungsi menangkap gelombang suara dan memberikan rangsang pada sel saraf untuk diterjemahkan di otak.

c. Telinga manusia dibagi menjadi 3 area, yaitu telinga luar, telinga tengah, dan telinga dalam.

d. Getaran merupakan gerak bolak-balik melalui titik kesetimbangannya yang energinya akan merambat dalam bentuk gelombang.

e. Gelombang-gelombang yang berbeda dapat memiliki periode, frekuensi, dan panjang gelombang yang berbeda.

f. Berdasarkan arah rambatnya, gelombang dibedakan menjadi gelombang transversal dan gelombang longitudinal. Gelombang transversal adalah gelombang yang arah rambatnya tegak lurus dengan arah getarnya. Gelombang longitudinal adalah gelombang yang arah rambatnya sejajar dengan arah getarnya.

g. Hubungan antara panjang gelombang (λ), frekuensi (f), cepat rambat (v) dan periode (T) gelombang dinyatakan dalam rumus berikut.

$$v = \frac{\lambda}{T}$$

h. Telinga manusia mampu mendengar bunyi dengan frekuensi 20-20.000 Hz yang disebut bunyi audiosonik. Beberapa hewan dapat mendengar bunyi dengan frekuensi di bawah 20 Hz yang disebut bunyi infrasonik,

dan bunyi dengan frekuensi di atas 20.000 Hz yang disebut bunyi ultrasonik.

i. Resonansi adalah peristiwa ikut bergetarnya suatu benda karena benda lain yang memiliki frekuensi sama bergetar di sekitarnya.

j. Sonar merupakan suatu sistem penggunaan gelombang ultrasonik untuk menaksirkan ukuran, bentuk, atau kedalaman yang biasa dipakai di kapal atau hewan tertentu seperti lumba-lumba dan kelelawar.

B. Kegiatan Pembelajaran

Pada pembelajaran Bab 10 tentang getaran dan gelombang dalam kehidupan sehari-hari guru dapat menerapkan pembelajaran *Group Investigation* (GI), *Discovery Learning*, ataupun *Creative Problem Solving* (CPS), atau model pembelajaran lain yang prosesnya berbasis *scientific approach*.

Pertemuan 1, Materi : Getaran dan Gelombang

a. Guru mengawali pembelajaran dengan menghubungkan kemampuan mendengar pada manusia atau mendeteksi vibrasi mekanis (getaran).

b. Guru menghubungkan konsep getaran yang biasa ditemui peserta didik dalam kehidupan sehari-hari seperti pada bandul sederhana dengan cara melakukan percobaan pada fitur "Ayo, Kita Lakukan" pada Aktivitas 10.1 secara berkelompok.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 10.1 Getaran

Alternatif Jawaban:

1. Jawaban soal pada nomor ini disesuaikan dengan hasil percobaan peserta didik.
2. Jawaban soal pada nomor ini disesuaikan dengan hasil percobaan peserta didik.
3. Waktu yang dibutuhkan oleh bandul untuk menempuh atau melakukan satu kali getaran disebut periode getar yang dilambangkan dengan T dengan satuannya yaitu sekon (s). Secara matematis periode dirumuskan dengan

$$T = \frac{t}{n}$$

dengan: T= periode (s), t = waktu getaran (s), dan n= jumlah getaran.

4. Banyaknya getaran dalam satu sekon disebut frekuensi (*f*). Satuan frekuensi adalah getaran per sekon atau disebut dengan Hertz (Hz). Secara matematis frekuensi dirumuskan dengan

$$f = \frac{n}{t}$$

dengan: f = frekuensi, n= jumlah getaran, dan t = waktu getaran (s)

5. Hubungan antara frekuensi dan periode dirumuskan dengan

$$T = \frac{1}{f} \quad \text{atau} \quad f = \frac{1}{T}$$

dengan:
T= periode (s)
f = frekuensi (Hz)

Kesimpulan:

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan oleh peserta didik dapat diketahui bahwa panjang tali pada percobaan getaran bandul berpengaruh terhadap periode getar. Semakin panjang tali, periode getarnya semakin besar. Hal ini membuat frekuensinya semakin kecil. Sehingga, dapat dikatakan bahwa besar periode berbanding terbalik dengan besar frekuensi.

c. Setelah melakukan percobaan, guru membimbing jalannya diskusi kelas untuk membahas data hasil percobaan tersebut dengan meminta salah satu kelompok mempresentasikan laporan di depan kelas. Agar memahami konsep getaran, khususnya pada bandul sederhana, guru dapat meminta peserta didik untuk mengerjakan fitur “Ayo, Selesaikan” tentang frekuensi dan periode pada ayunan sederhana.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

Apabila ayunan sederhana bergetar sebanyak 60 kali dalam waktu 15 sekon, maka:
Jumlah getaran (n) = 60 kali
Waktu getaran (t) = 15 sekon

1. Frekuensi ayunan adalah

$$f = \frac{n}{t} = \frac{60}{15} = 4 \text{ Hz}$$

Jadi, frekuensi ayunan tersebut adalah 4 Hz

2. Periode ayunan adalah

$$T = \frac{t}{n} = \frac{15}{60} = 0,25 \text{ s}$$

Jadi, periode ayunan tersebut adalah 0,25 s

d. Materi gelombang dapat diajarkan oleh guru dengan cara meminta salah satu peserta didik untuk mendemonstrasikan fitur "Ayo, Kita Lakukan" pada Aktivitas 10.2 di depan kelas, atau meminta peserta didik berkelompok untuk melakukan percobaan pada fitur tersebut.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 10.2 Gelombang

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Karet gelang ikut bergerak bersama gelombang tali.
2. Bagian tali (karet) tidak ikut berpindah, tetapi bergerak naik turun pada tempat yang sama.
3. Energi gerak.
4. Ya, merasakan getaran.

Alternatif Kesimpulan:

Percobaan tersebut membuktikan bahwa gelombang merambat hanya menghantarkan energi, mediumnya tidak ikut merambat.

e. Guru menjelaskan bahwa gelombang memiliki dua jenis berdasarkan bentuk muka gelombangnya, yaitu gelombang transversal dan longitudinal

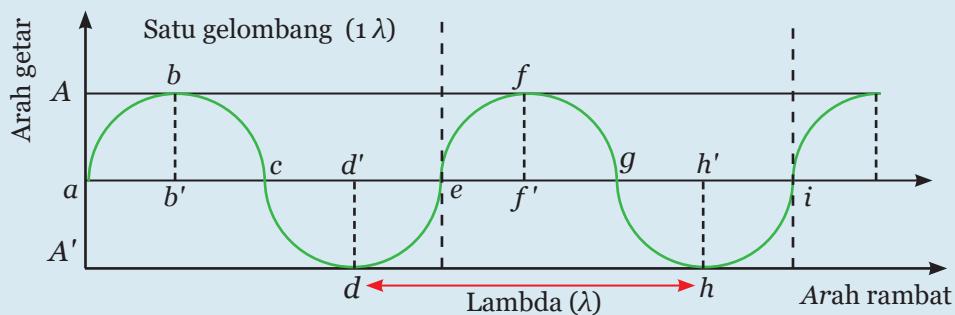
f. Gelombang tali yang telah didemonstrasikan tersebut merupakan salah satu contoh gelombang transversal, yaitu gelombang yang merambat lurus dengan arah getarannya. Agar peserta didik lebih memahami bentuk gelombang transversal, guru dapat meminta salah satu peserta

didik untuk mendemonstrasikan fitur “Ayo, Kita Lakukan” tentang gelombang transversal pada Aktivitas 10.3. Setelah itu, guru dapat meminta peserta didik untuk memperdalam pemahaman tentang gelombang transversal dengan cara menganalisis grafik simpangan terhadap arah rambat (gelombang transversal).

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 10.3 Gelombang Transversal

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Ketika tali di getarkan tali akan bergetar kiri dan kanan.
2. Gelombang merambat tegak lurus dengan arah getarannya, gelombang seperti ini disebut dengan gelombang transversal.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 10.1 Grafik Simpangan Terhadap Arah Rambat

Alternatif Kesimpulan:

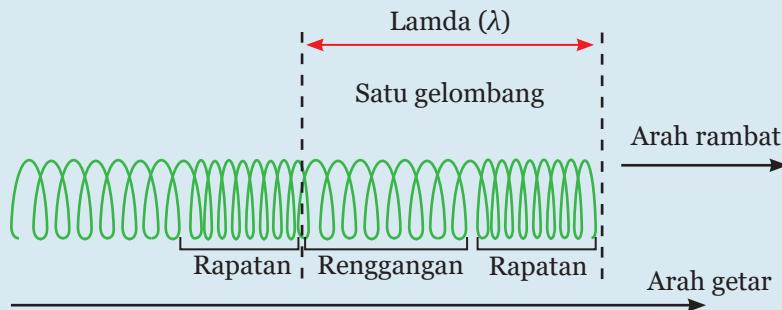
Gelombang transversal adalah gelombang yang rambatannya tegak lurus dengan arah getarannya.

g. Peserta didik diminta untuk membandingkan gelombang transversal dengan gelombang longitudinal dengan melakukan demonstrasi atau percobaan seperti pada fitur “Ayo, Kita Lakukan” tentang gelombang longitudinal pada Aktivitas 10.4. Setelah itu, guru dapat meminta peserta didik untuk memperdalam pemahaman tentang gelombang longitudinal dengan cara menganalisis pola rapatan dan renggangan pada gelombang longitudinal.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 10.4 Gelombang Longitudinal

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Ketika slinki di getarkan slinki akan bergetar sejajar dengan arah getaran, membentuk pola rapatan dan renggangan.
2. Gelombang merambat sejajar dengan arah rambatan gelombang
3. Iya, arah getar searah dengan arah rambat gelombang.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 10.2 Rapatan dan Renggangan pada Gelombang Longitudinal

Alternatif Kesimpulan:

Gelombang longitudinal adalah gelombang yang arah getarannya sejajar dengan arah rambatnya.

h. Peserta didik diminta untuk mempresentasikan hasil membandingkan gelombang transversal dengan gelombang longitudinal. Peserta didik lainnya dapat memberikan saran, tanggapan, ataupun pertanyaan terhadap peserta didik yang sedang melakukan presentasi. Selanjutnya diskusi dapat dilakukan secara klasikal.

i. Pada akhir kegiatan pembelajaran, guru dapat membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan dari kegiatan pembelajaran dan materi yang telah dipelajari.

Pertemuan 2, Materi : Karakteristik dan Pemantulan Gelombang

a. Guru mengaitkan karakteristik gelombang transversal dan longitudinal dengan hubungan antara panjang gelombang, frekuensi, cepat rambat,

dan periode gelombang. Setelah itu, guru membimbing peserta didik untuk memahami contoh soal tentang dengan hubungan antara panjang gelombang, frekuensi, cepat rambat, dan periode gelombang seperti yang ada pada fitur "Ayo, Kita Pahami".

b. Jika peserta didik sudah memahami sajian contoh soal, peserta didik diminta untuk mengerjakan soal pada fitur "Ayo, Kita Selesaikan" tentang hubungan antara panjang gelombang, frekuensi, cepat rambat, dan periode gelombang secara individu. Apabila soal yang disajikan dirasa kurang, guru dapat memberikan soal yang sejenis.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

1. Frekuensi gelombang
   $v = \lambda \times f$
   $f = \dfrac{v}{\lambda} = \dfrac{150}{0,75} = 200 \text{ Hz}$
2. Panjang gelombang
   $v = \lambda \times f$
   $\lambda = \dfrac{v}{f} = \dfrac{1500}{300} = 5 \text{ m}$
3. Kecepatan rambat gelombang
   $v = \lambda \times f = 0,75 \times 440 = 330 \text{ m/s}$

c. Agar memahami konsep pemantulan gelombang, peserta didik diajak untuk mengamati pemantulan gelombang pada air dan tali seperti yang ada pada Gambar 10.3 dan mengerjakan fitur " Ayo, Kita Diskusikan" tentang gelombang. Pemantulan gelombang adalah peristiwa membaliknya gelombang setelah mengenai penghalang. Gelombang pantulan ini memberikan gaya yang sama dengan gelombang datang namun berlawanan arah.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

Pada saat tali diberi usikan, yang merupakan pemodelan untuk gelombang transversal, tali yang sudah mencapai ujung akan mengembalikan gelombang lagi, ke arah yang sebaliknya. Peristiwa ini disebut dengan pemantulan gelombang. Pemantulan gelombang adalah

peristiwa membaliknya gelombang setelah mengenai penghalang. Seperti contohnya pada gambar berikut ini.

(a)

(b)

Sumber: (a) hendrix2.uoregon.edu.(b) i.ytimg.com

Gambar 10.3 (a) Gelombang pada Air, (b) Gelombang pada Tali

Gelombang pada tali pada gambar di atas, gelombang yang mencapai ujung akan memberikan gaya ke atas pada penopang yang ada di ujung, sehingga penopang memberikan gaya yang sama tetapi berlawanan arah ke bawah pada tali. Gaya ke bawah pada tali inilah yang membangkitkan gelombang pantulan yang terbalik.

Pertemuan 3, Materi: Bunyi

a. Guru mengaitkan pengalaman mendengar peserta didik dengan konsep bunyi yang akan dipelajari. Guru menekankan pada konsep dan karakteristik bunyi seperti bunyi dihasilkan oleh benda-benda yang bergetar. Kegiatan ini dapat dilakukan dengan meminta peserta didik melakukan percobaan seperti yang ada pada fitur "Ayo, Kita Lakukan" pada Aktivitas 10.5, yaitu bergetar menimbulkan bunyi.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 10.5 Bergetar Menimbulkan Bunyi

Alternatif Jawaban:

Ketika memetik gitar, memukul tong, memukul garpu tala, didapati bahwa benda bergetar dan benda mengeluarkan bunyi. Namun pada saat benda-benda itu diam, ketiga benda itu tidak bergetar sama dengan yang kamu rasakan apabila kamu sedang berbicara atau mengeluarkan bunyi, coba tempelkan jarimu pada batang tenggorokan maka akan terasa ada getaran, oleh karena itu bunyi ini ditimbulkan oleh benda-benda yang bergetar. Bunyi merupakan gelombang longitudinal, ketika bunyi garpu

tala menuju telinga dihantarkan oleh rapatan dan renggangan partikel-partikel udara.

Pada waktu bunyi keluar dari garpu tala, langsung akan menumbuk molekul-molekul udara, molekul udara ini akan menumbuk udara di sebelahnya yang mengakibatkan terjadinya rapatan dan renggangan demikian seterusnya sampai ke telinga. Molekul udara tidak berpindah, tetapi hanya merapat dan merenggang. Bunyi sampai telinga merambat dalam bentuk gelombang. Gelombang yang tersusun dari rapatan dan renggangan adalah gelombang longitudinal.

b. Setelah itu, guru menjelaskan syarat terdengarnya bunyi adalah adanya sumber bunyi, adanya medium perambatan, dan adanya alat penerima (pendengar). Selanjutnya guru mengaitkan cepat rambat bunyi pada berbagai medium, misalnya dengan cara membandingkan perbedaan bunyi pada malam dan siang hari. Pada malam hari, bunyi yang ditimbulkan oleh getaran benda akan terdengar lebih keras karena suhu udara di permukaan lebih tinggi daripada di atasnya.

c. Peserta didik diminta untuk menggetarkan penggaris plastik pada ujung meja untuk mempelajari konsep frekuensi bunyi. Peserta didik dapat mengamati bahwa ternyata manusia hanya dapat mendengarkan bunyi pada frekuensi 20 Hz hingga 20.000 Hz.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

Diketahui:

Frekuensi (f) = 40 kHz = 40.000 Hz

Cepat rambat bunyi (v) = 1.500 m/s

Ditanya:

Panjang gelombang (λ)

Jawab:

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{1.500}{40.000} = 0,0375 \text{ m}$$

d. Materi karakteristik bunyi diajarkan dengan cara meminta peserta didik melakukan berbagai aktivitas seperti yang ada pada Buku Siswa. Misalnya konsep tinggi rendah dan kuat lemah bunyi dapat dipelajari dengan cara melakukan kegiatan frekuensi pada garpu tala dan frekuensi

nada pada senar pada fitur “Ayo, Kita Lakukan” pada Aktivitas 10.6 tentang frekuensi pada garpu tala dan Aktivitas 10.7 tentang frekuensi nada pada senar.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 10.6 Frekuensi pada Garpu Tala

Alternatif Jawaban:

Tinggi rendahnya nada ini ditentukan frekuensi bunyi tersebut, semakin besar frekuensi bunyi maka akan semakin tinggi nada, sebaliknya jika frekuensi bunyi rendah maka nada akan semakin rendah. Jadi pada praktikum garpu tala yang memiliki frekuensi 440 Hz memiliki nada yang paling tinggi, sebaliknya pada garpu tala yang memiliki frekuensi 360 Hz, menghasilkan bunyi dengan nada yang rendah.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 10.7 Frekuensi Nada pada Senar

Alternatif Jawaban:

Faktor-faktor yang memperbesar frekuensi nada pada senar adalah panjang senar dan tegangan senar.

- Panjang senar, semakin panjang senar, semakin rendah frekuensi yang dihasilkan jadi nada yang dihasilkan juga semakin rendah.
- Tegangan senar, semakin besar tegangan senar, semakin tinggi frekuensi yang dihasilkan jadi nada yang dihasilkan juga semakin tinggi.

e. Materi resonansi dapat dipelajari dengan melakukan kegiatan resonansi bunyi pada fitur “Ayo, Kita Lakukan” pada Aktivitas 10.8 tentang resonansi bunyi atau bila sekolah tidak memiliki garpu tala, guru dapat menyajikan berbagai alat musik yang memiliki kotak udara seperti gitar biola, seruling, dan harpa.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 10.8 Resonansi Bunyi

Alternatif Jawaban Diskusi:

Pada saat garpu tala A di pukul, garpu tala A bergetar dan garpu tala B juga ikut bergetar, karena memiliki frekuensi sama. Hal itu terjadi karena benda beresonansi artinya benda yang memiliki frekuensi yang sama akan ikut bergetar jika benda lain digetarkan.

Pada percobaan kedua membuktikan bahwa resonansi juga terjadi pada kolom udara, bunyi akan terdengar lebih kuat ketika panjang kolom udara lebih besar. Bunyi akan terdengar lebih keras pada gelas yang berisi air lebih sedikit, berbanding terbalik pada gelas yang diisi air lebih banyak. Hal ini karena bunyi akan beresonansi lebih banyak pada udara yang lebih banyak. Ketika kolom udara lebih besar maka panjang gelombang akan semakin besar. Bunyi akan terdengar lebih keras pada panjang kolom udara mencapai kelipatan ganjil ¼ panjang gelombang bunyi.

Resonansi dapat pula terjadi pada bunyi, seperti pada saat anda memukul kentongan yang kosong, mengapa itu terjadi? Kita tahu bahwa bunyi merambat dalam bentuk gelombang longitudinal, getaran memengaruhi medium udara yang ada dalam rongga kentongan dan akan ikut bergetar, akibatnya akan timbul bunyi yang semakin keras inilah yang disebut dengan resonansi. Resonansi dapat terjadi pada kolom udara. Bunyi akan terdengar kuat ketika panjang kolom udara mencapai kelipatan ganjil dari ¼ panjang.

f. Terakhir, untuk materi pemantulan bunyi, guru dapat meminta peserta didik melakukan Aktivitas 10.9 tentang pemantulan bunyi.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 10.9 Pemantulan Bunyi

Alternatif Jawaban:

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan dapat diketahui tentang hukum pemantulan bunyi.

Hukum pemantulan bunyi yaitu:

- Bunyi datang, bunyi pantul dan garis normal terletak pada satu bidang datar
- Sudut datang (i) sama dengan sudut pantul (r)

g. Peserta didik dapat diajak untuk menganalisis mengapa pada studio musik atau bioskop dipasang peredam. Guru dapat mengajak peserta didik berdiskusi atau meminta peserta didik mengerjakan fitur "Ayo, Kita Pikirkan" tentang peredam bunyi di studio musik atau bioskop.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Pikirkan!

Fungsi dari penempelan busa/*styrofoam* tersebut adalah untuk menghindari terjadinya gaung. Busa/*styrofoam* berfungsi sebagai peredam suara. Peredam suara terbuat dari bahan karet busa, karton tebal, karpet, dan bahan-bahan lain yang bersifat lunak. Biasanya bahan-bahan tersebut sering kita jumpai di gedung bioskop, studio TV atau radio, aula, dan studio rekaman.

h. Kemudian memberikan pemahaman lebih lanjut pada peserta didik tentang berbagai jenis pemantulan bunyi yang meliputi pemantulan bunyi yang memperkuat bunyi asli, gaung, dan gema.

i. Pada akhir kegiatan pembelajaran guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan dari materi yang telah dipelajari.

Pertemuan 4, Materi: Mekanisme Mendengar pada Manusia dan Hewan

a. Guru dapat mengaitkan materi yang telah dipelajari pada pertemuan sebelumnya dengan materi yang akan dipelajari.

b. Peserta didik dapat diminta untuk duduk berkelompok 3-4 orang untuk mempelajari mekanisme mendengar pada manusia, peserta didik diminta untuk memahami struktur, fungsi, dan proses mendengar seperti yang ada pada fitur "Ayo, Kita Lakukan" Aktivitas 10.10 tentang struktur, fungsi, dan proses mendengar.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 10.10 **Struktur, Fungsi, dan Proses Pendengaran**

A. Struktur dan Fungsi Indra Pendengar

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Tulang maleus ditemukan pada tulang bagian tengah, tulang ini berbentuk seperti martil yang melekat pada gendang telinga. Ada tiga tulang pada telinga dalam yaitu tulang maleus/martil (yang melekat pada gendang telinga), inkus/landasan yang menghubungkan martil dengan sanggurdi, dan tulang stapes/sanggurdi yang melekat dengan jendela oval yang menghubungkan dengan telinga dalam. Tulang ini berfungsi untuk menerima dan melanjutkan getaran suara sehingga kita dapat mendengar.
2. Silia terdapat dalam organ korti yang ada pada saluran berongga yang berbentuk seperti rumah siput. Silia ini merupakan reseptor bagi suara yang masuk dalam bentuk getaran. Sel rambut akan memberi respon terhadap frekuensi suara yang berbeda dan mengubahnya menjadi gelombang saraf, gelombang saraf ini lalu berjalan di sepanjang serabut saraf pendengaran yang akan dibawa ke otak.
3. Struktur yang akan menjaga keseimbangan tekanan pada telinga dalam dan mulut adalah saluran eustachius yang mengurangi tekanan udara di telinga tengah sehingga tekanan udara di luar dan di dalam akan sama. Keseimbangan tekanan ini akan menjaga gendang telinga supaya tidak rusak. Saluran ini akan tertutup dalam keadaan biasa, dan akan terbuka jika kita menelan sesuatu.
4. Struktur yang mentransmisi sinyal suara ke otak adalah saraf yang di terima oleh reseptor sensorik berupa organ korti yang ada pada rumah siput.

Alternatif Jawaban Diskusi Lanjutan:

Hal itu terjadi karena saluran eustachius kita bermasalah. Berikut ini ada artikel yang membahas tentang hal tersebut.

Sebagian besar orang mengalami rasa tak nyaman di telinganya saat bepergian dengan pesawat terbang. Bagian dalam telinga seolah ditusuk-tusuk dengan pisau, atau telinga terasa tuli sehingga kita hampir tak dapat mendengar apapun dalam kabin. Biasanya ini terjadi pada waktu pesawat

sedang lepas landas atau mendarat. Kondisi ini disebut juga Oklusi Tuba (sumbatan pada saluran Tuba Eustachius) yang merupakan saluran yang dimulai dari telinga tengah dan berakhir di belakang hidung atau di daerah pangkal tenggorok yang biasanya memiliki tekanan yang seimbang tiba-tiba terjadi perbedaan tekanan yang sangat signifikan sehingga akhirnya telinga mengalami gangguan. Rasanya seperti tuli mendadak dan sakit di bagian dalam. Saat pesawat lepas landas maupun mendarat, tekanan udara di dalam kabin menjadi lebih tinggi sehingga gendang telinga didorong ke arah dalam dan menimbulkan rasa sakit atau telinga seperti tersumbat.

Agar kondisi telinga kembali normal, caranya adalah menaikkan tekanan di telinga tengah. Ini dapat dilakukan dengan memperbanyak aktivitas menelan seperti minum atau makan (itulah alasan biasanya pramugari membagikan permen menjelang lepas landas). Ketika aktivitas menelan terjadi, Tuba Eustachius akan membuka. Udara akan masuk ke telinga tengah sehingga tekanan kembali seimbang. Pada saat sedang flu/pilek, bepergian dengan pesawat maka akan terasa sangat tidak nyaman. Sebab saat terjadi gangguan pernapasan, saluran tuba sulit membuka. Sebaiknya gunakan obat tetes hidung atau minum obat dekongestan setengah jam sebelum pesawat lepas landas. Kedua jenis obat ini berfungsi untuk membuka saluran tuba.

B. Proses Pendengaran

Alternatif Jawaban:

Gelombang suara yang ditimbulkan dari pukulan panci akan menggetarkan plastik. Jadi getaran ini akan dirambatkan dengan medium udara dalam bentuk gelombang. Seperti halnya pada telinga kita, pada saat ada suara, suara ini muncul karena bergetarnya pita suara. Getaran tersebut selanjutnya dirambatkan dalam bentuk gelombang yang kemudian diterima oleh gendang telinga kita. Perambatan gelombang tersebut melalui medium udara. Proses ini akan dapat menimbulkan getaran pada gendang telinga.

c. Seperti biasanya, setelah melakukan kegiatan tersebut, guru meminta salah satu kelompok untuk mempresentasikan hasil percobaannya di depan kelas.

d. Guru dan peserta didik dapat mendiskusikan lebih lanjut struktur dan fungsi bagian pada telinga dengan membaca detail pada gambar dan tabel, kemudian mempelajari skema proses mendengar pada manusia.

e. Pada akhir kegiatan pembelajaran guru meminta peserta didik menyampaikan kesimpulan pembelajaran pertemuan ini. Peserta didik

ditugaskan untuk membuat tayangan, poster, peta konsep, atau *mind map* tentang aplikasi getaran dan gelombang dalam kehidupan sehari-hari secara berkelompok.

f. Guru juga dapat menjelaskan tugas proyek yang harus dikerjakan oleh peserta didik, yaitu tentang sistem kerja radar.

Pertemuan 5, Materi: Aplikasi Getaran dan Gelombang dalam Teknologi

a. Guru dapat mengingatkan peserta didik tentang konsep getaran dan gelombang. Kemudian bertanya kepada peserta didik teknologi apa saja yang memanfaatkan getaran dan gelombang dalam sistem kerjanya. Peserta didik dapat menyebutkan contoh-contoh teknologi berdasarkan hasil pencarian yang telah dilakukan sebelumnya.

b. Selanjutnya guru dapat membagi kelompok peserta didik untuk mempresentasikan aplikasi getaran dan gelombang dalam teknologi dan mempresentasikan hasil proyek tentang sistem kerja radar.

c. Peserta didik yang sedang tidak presentasi dapat diberi kesempatan untuk memberikan tanggapan, sanggahan yang disertai dengan alasan yang bertanggung jawab, saran yang bersifat memperbaiki, dan pertanyaan. Pada tahap ini, guru berperan sebagai pendamping dan dapat memberikan konfirmasi terhadap materi jika diperlukan.

d. Pada akhir kegiatan pembelajaran, guru membimbing peserta didik untuk menyampaikan kesimpulan. Guru juga dapat meminta peserta didik mengerjakan fitur “Ayo, Kita Renungkan” untuk membiasakan peserta didik melakukan refleksi terhadap sikap diri.

C. Penilaian dan Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi

1. Penilaian

Penilaian sikap untuk mengembangkan sikap dan keterampilan peserta didik dapat dilakukan selama pembelajaran berlangsung melalui berbagai aktivitas. Berkaitan dengan instrumen penilaian, guru dapat merujuk pada bagian umum Bab 3 penilaian pembelajaran IPA. Penilaian kompetensi pengetahuan dapat dilihat pada kisi-kisi pencapaian kompetensi.

2. Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi

a. Kegiatan Peserta Didik

Kisi-kisi pencapaian kompetensi peserta didik melalui berbagai kegiatan yang telah dilakukan selama pembelajaran Bab 10 tentang getaran dan gelombang dalam kehidupan sehari-hari dapat dilihat pada Tabel 10.2.

Tabel 10.2 Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi Melalui Kegiatan Peserta Didik pada Bab 10 Getaran dan Gelombang dalam Kehidupan Sehari-hari

Fitur	Materi	Ranah Kognitif					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ayo, Kita Lakukan	Getaran		✓	✓	✓		
	Gelombang	✓	✓				
	Gelombang transversal	✓	✓				
	Gelombang longitudinal	✓			✓		
	Bergetar menimbulkan bunyi		✓		✓		
	Frekuensi pada garpu tala				✓		
	Frekuensi nada pada senar				✓		
	Resonansi bunyi	✓	✓		✓		
	Pemantulan bunyi				✓		
	Struktur, fungsi, dan proses pendengaran	✓	✓				
Ayo, Kita Selesaikan	Frekuensi dan periode ayunan sederhana			✓			
	Ekolokasi		✓	✓			
Ayo, Kita Diskusikan	Pemantulan gelombang			✓			
	Frekuensi pada garpu tala		✓				
Ayo, Kita Pikirkan	Tujuan pemantulan bunyi			✓	✓		
Ayo, Kita Pahami	Hubungan antara panjang gelombang, frekuensi, cepat rambat, dan periode gelombang			✓			
Ayo, Kita Kerjakan Proyek	Sistem kerja radar						✓

b. Uji Kompetensi

Kisi-kisi pencapaian kompetensi peserta didik melalui pengerjaan soal-soal pada uji kompetensi Bab 10 getaran dan gelombang dalam kehidupan sehari-hari dapat dilihat pada Tabel 10.3.

Tabel 10.3 Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi Melalui Pengerjaan Soal-soal pada Uji Kompetensi Bab Getaran dan Gelombang dalam Kehidupan Sehari-hari

Indikator Butir Soal	Ranah Kognitif & No Soal					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Mengidentifikasi bagian dari telinga				A1		
Menjelaskan tujuan membuka mulut saat mendengar suara keras		A2				
Mengurutkan mekanisme mendengar				A3; B1		
Menghitung periode bandul	A9		A4			
Membedakan gelombang transversal dan longitudinal	A5					
Menghitung panjang gelombang			A6			
Membedakan gaung dan gema		A7				
Menghitung kedalaman laut		A10	A8			
Menyebutkan frekuensi dengar pada manusia	A9					
Menghitung cepat rambat gelombang bunyi			A10; B1			
Menghitung jarak sumber bunyi ke pendengar			B2			
Menjelaskan dampak negatif penggunaan sonar				B3		
Menjelaskan perubahan keras lemah bunyi pada sirene ambulan yang bergerak				B4		
Menjelaskan cara pemantulan bunyi dan sistem kerja sonar				B5		

D. Materi Pengayaan

1. Mekanisme Melihat dengan Memanfaatkan Suara

Kita selalu melihat lumba-lumba di permukaan air, tetapi lumba-lumba menghabiskan sebagian besar waktunya di kedalaman lautan yang gelap. Bagi beberapa makhluk hidup, lautan yang gelap akan menyulitkan untuk melihat sesama mereka dan mencari makan, namun lumba-lumba dapat melihat lebih baik dalam gelapnya lautan daripada kemampuan kita melihat dalam terangnya cahaya. Bagaimanakah proses lumba-lumba dapat melihat di kegelapan? Tuhan menciptakan lumba-lumba dengan sistemnya yang lengkap dan sempurna, yang memungkinkan mereka menemukan arah dengan merasakan getaran suara. Para ilmuwan menamakan sistem ini "ekolokasi". Bagaimana mereka dapat melakukannya?

Lumba-lumba bernapas melalui lubang yang ada di atas kepalanya. Tepat di bawah lubang ini, terdapat kantung-kantung kecil berisi udara. Dengan mengalirkan udara melalui kantung-kantung ini, mereka menghasilkan suara bernada tinggi. Kantung udara pada lumba-lumba berperan sebagai cermin akustik yang memfokuskan suara yang dihasilkan gumpalan kecil jaringan lemak yang berada tepat di bawah lubang pernapasan. Kemudian, suara ekolokasi ini dipancarkan ke arah sekitarnya secara terputus-putus. Suara lumba-lumba segera memantul kembali bila membentur benda apa pun. Lumba-lumba mendengarkan seksama pantulan suara ini. Gelombang suara ini ditangkap di bagian rahang bawahnya yang disebut "jendela akustik". Dari sini, informasi suara diteruskan ke telinga bagian tengah, dan akhirnya ke otak untuk diterjemahkan. Pantulan suara dari sekelilingnya memberi informasi rinci tentang jarak benda-benda dari mereka, berikut ukuran dan pergerakannya. Berkat perangkat ini, lumba-lumba dapat memindai wilayah yang luas; bahkan memetakan samudra. Inilah sistem sonar sempurna yang dengannya lumba-lumba memindai dasar laut layaknya alat pemindai elektronik. Sistem berteknologi tinggi yang terbuat dari daging dan tulang yang ditempatkan dalam tubuh seekor makhluk laut adalah bukti kehebatan dan kesempurnaan ciptaan Tuhan.

Kapal selam modern menemukan arah dengan menggunakan sonar. Lumba-lumba telah menggunakan teknologi jutaan tahun lebih awal dibandingkan manusia yang baru menemukannya di abad ke-20. Mustahil seekor binatang mampu memiliki sistem sedemikian menakjubkan atas kehendaknya sendiri. Sistem tak tertandingi pada lumba-lumba adalah bukti bahwa Tuhan telah menciptakan mereka.

Sistem sonar frekuensi tinggi ini tidak hanya berfungsi mengindra benda-benda di lautan. Lumba-lumba juga menggunakannya untuk mencari makan. Lumba-lumba dalam suatu kelompok mengarahkan gelombang suara kuat

ini pada sekelompok ikan. Dengan cara ini, lumba-lumba membuyarkan kawanan ikan dan dengan mudah menangkapnya. Ikan dilumpuhkan dengan senjata ini, dan turut menjadi mangsa mudah bagi burung-burung laut.

Lumba-lumba juga menggunakan sistem sonar untuk berkomunikasi secara mengagumkan. Mereka mampu saling berkirim pesan meski terpisahkan oleh jarak lebih dari 220 km. Artinya, seekor lumba-lumba di selat Bosphorus dapat berkomunikasi dengan rekannya di selat Dardanela. Lumba-lumba paling sering berkomunikasi secara menakjubkan untuk menemukan pasangan dan saling mengingatkan akan bahaya.

2. Tidur dengan Sebelah Mata dan Sebelah Otak

Tuhan menciptakan setiap makhluk dengan sistem penglihatan menakjubkan sesuai keperluannya. Manusia memiliki mata mengagumkan yang memungkinkan mereka melihat di daratan tetapi di dalam air, penglihatannya sangat kabur. Alasannya, mata manusia tidak mampu fokus di dalam air. Sebagai jalan keluar, manusia menggunakan kacamata renang yang membentuk kantung udara di sekeliling mata. Manusia hanya mampu melihat jelas dengan bantuan kacamata renang.

Sama halnya, manusia menggunakan kamera berteknologi tinggi untuk memotret di dalam air. Mata lumba-lumba layaknya kamera khusus yang memungkinkan mereka melihat jelas di bawah dan di atas permukaan air. Mereka memiliki lensa mata kenyal yang dapat mengembang dan mengerut sehingga mampu berfokus di bawah dan di atas permukaan air. Ini sangat diperlukan bagi lumba-lumba. Setiap kali muncul ke permukaan, lumba-lumba secara seksama memperhatikan pergerakan kawanan burung di sekitar mereka. Sebab, di tempat burung berkumpullah terdapat sekumpulan ikan. Lumba-lumba sangat tahu akan hal ini, dan memanfaatkannya untuk mencari mangsa dengan mudah. Desain istimewa mata lumba-lumba juga melindungi mata mereka dari air laut yang asin.

Mata lumba-lumba memiliki ciri khusus lainnya: setiap mata dapat berfokus pada satu titik yang berbeda pada saat bersamaan. Karenanya, seekor lumba-lumba dapat melihat ke depan dengan satu mata untuk menentukan arah berenangnya sambil berjaga-jaga dari bahaya dengan mata yang lain. Bila perlu, lumba-lumba dapat menutup salah satu matanya dan mengistirahatkan separuh otaknya. Selang beberapa lama, ia ganti melakukan hal yang sama pada mata dan separuh otaknya yang lain. Dengan cara ini, lumba-lumba tidak pernah tertidur penuh dan selalu terjaga dari bahaya.

Pendukung teori evolusi menyatakan, makhluk hidup dengan seluruh sistem sempurnanya muncul ke dunia dengan sendirinya tanpa sengaja diciptakan. Jika ini benar, maka sistem sonar dan perangkat penglihatan

lumba-lumba yang canggih itu juga ada karena kebetulan, padahal tak seorang pun akan berkata bahwa sistem sonar elektronik atau kamera ada dengan sendirinya tanpa sengaja dibuat. Anggapan bahwa mata lumba-lumba yang berteknologi jauh melebihi kamera biasa, atau desain sistem sonarnya terbentuk secara kebetulan semata, sungguh tidak masuk akal. Keberadaan perangkat berteknologi maju pada tubuh seekor makhluk hidup menunjukkan kita pada satu kenyataan pasti: Tuhan menciptakan lumba-lumba dan memberi mereka keistimewaan.

3. Kulit yang Bergerak Menggelombang

Manusia berupaya membuat kapal laut yang tahan terhadap segala keadaan. Namun, ada satu lagi rintangan utama yang harus diatasi oleh kapal laut, yakni kuatnya gaya hambatan air. Semakin cepat kapal bergerak, semakin besar hambatan airnya. Karenanya, para insinyur hidrodinamika berusaha menjadikan hambatan ini sekecil mungkin ketika merancang kapal, perahu, dan kapal selam. Tenaga sangat besar pada motor pendorong kapal laut diperlukan guna mengimbangi gaya hambat ini.

Lumba-lumba senang berenang dengan kecepatan tinggi. Tentunya, kapal laut dengan kecepatan seperti ini akan mengalami gaya hambat sangat kuat. Namun ini bukan masalah bagi lumba-lumba karena Tuhan, yang menciptakan mereka dari ketiadaan, telah menciptakan segala perangkat yang mereka perlukan. Tubuh dan kulitnya dirancang khusus untuk mengurangi hambatan air sebanyak mungkin. Saat lumba-lumba mulai berenang cepat, lapisan tipis air terbentuk di permukaan kulit mereka. Lapisan tipis air ini dinamakan "lapisan penghalang". Kulit ini diciptakan dengan kelenturan yang memungkinkannya bergerak menggelombang ketika turbulensi terjadi. Kulit ini mencegah terjadinya gaya hambat air dengan bergerak menggelombang berlawanan arah dengan gerak turbulensi pada "lapisan penghalang". Hasilnya, gerakan renang yang cepat tanpa menimbulkan suara. Desain ini sungguh merupakan keajaiban teknik.

Setelah empat tahun penelitian, para insinyur Jerman yang menemukan desain kulit lumba-lumba, menirunya dan berhasil membuat lapisan luar kapal selam dengan sifat yang sama. Kapal selam yang dirancang menggunakan lapisan ini berhasil menaikkan 250% kecepatannya. Rancangan menakjubkan yang berusaha ditiru oleh manusia ini mustahil ada begitu saja dengan sendirinya tanpa disengaja. Sistem sempurna tanpa cacat tersebut pastilah dibuat oleh suatu Kecerdasan Maha Tinggi. Sekali lagi, ini membuktikan kepada kita, Tuhan telah menciptakan lumba-lumba. Rancangan menakjubkan pada lumba-lumba hanyalah satu di antara contoh tidak terhitung yang memperlihatkan kesempurnaan penciptaan.

E. Interaksi dengan Orangtua

Komunikasi dengan orang tua dapat menggunakan buku penghubung yang memfasilitasi komunikasi yang baik antara sekolah/guru dengan orang tua peserta didik. Buku penghubung ini juga bermanfaat membangun kerjasama pihak sekolah dengan orang tua dalam membantu keberhasilan peserta didik. Buku penghubung ini memuat hari/tgl, mata pelajaran, pokok bahasan/subpokok bahasan, bentuk tugas, tanda tangan orang tua. Contoh lembar monitoring orangtua dapat dilihat kembali pada Bagian Umum buku guru ini

F. Kunci Jawaban Uji Kompetensi

1. Pilihan Ganda

1. C
2. B
3. A
4. A
5. C
6. A
7. B
8. C
9. C
10. B

2. Uraian

1. T = 1 menit = 60 sekon
   n = 40 getaran
   Periode $(T) = \frac{t}{n} = \frac{60}{40} = 1{,}5$ sekon
   Jawab
   a. Panjang gelombang = 1,5 gelombang
   b. A = 2 cm = 0,02 m
   c. T = 1,5 sekon
   d. λ = 20 cm (dari A ke C)
   e. Cepat rambat gelombang
   $$v = \frac{\lambda}{n} = \frac{20}{1{,}5} = 13{,}3 \text{ cm/s}$$
   f. $n = \frac{t}{T} = \frac{120}{1{,}5} = 80$ gelombang

2. $s = v \times t = 320 \times 1{,}5 = 480$ m

3. Salah satu dampak negatif penggunaan sistem sonar di dalam laut adalah mengganggu aktivitas mamalia laut saat bermigrasi.

4. Bunyi sirene ambulan yang terdengar berubah-ubah karena pengaruh kecepatan gerak ambulan yang berubah-ubah. Gejala ini dikenal dengan istilah efek Doppler. Karena itulah bunyi sirene ambulan ketika jauh dan dekat berbeda keras/lemahnya bunyi yang kita dengar.

5. Apabila kita menjatuhkan benda keras (misalnya batu atau besi) ke lantai, maka timbul bunyi.
   a. Pemantulan dapat terjadi karena benda yang bergerak memiliki energi. Ketika benda bergerak dan ada yang menghalangi, maka benda tersebut akan berbalik arah (memantul) dengan energi yang masih dimilikinya.
   b. Jika berteriak pada dinding tebing, maka beberapa saat kemudian akan terdengar suara yang sama persis dengan suara yang diteriakkan. Suara tersebut berasal dari suara yang dipantulkan kembali karena terkena dinding tebing. Bunyi pantul yang terdengar lengkap setelah bunyi asli disebut gema. Jika berteriak di dalam ruangan kosong, maka akan terdengar suara yang akan mengikuti suara asli, sehingga suara asli tidak terdengar jelas. Suara tersebut berasal dari suara asli yang dipantulkan oleh dinding ruangan. Bunyi pantulan yang hanya terdengar sebagian dan tiba bersamaan dengan suara asli sehingga bunyi asli tidak terdengar jelas disebut gaung atau kerdam.
   c. Sifat bunyi yang dapat dipantulkan dapat dimanfaatkan untuk mengukur kedalaman air, mencari reruntuhan kapal, mencari lokasi yang banyak ikannya, dan mengukur panjang lorong gua. Untuk mengukur kedalaman laut, dilakukan dengan cara memancarkan bunyi ke dasar laut. Di dasar kapal diberi detektor untuk mendeteksi bunyi pantul yang dipancarkan dari dasar laut. Dengan mengukur waktu yang diperlukan sejak bunyi dipancarkan sampai ditangkap detektor, maka kedalaman laut dapat ditentukan. Untuk mengukur kedalaman suatu gua yang belum pernah dijamah manusia, dapat dilakukan dengan menggunakan gelombang bunyi. Gelombang bunyi tersebut dipancarkan dari mulut gua kemudian gelombang tersebut akan dipantulkan jika mengenai dinding gua. Dengan mengukur waktu yang diperlukan gelombang kembali ke pengirim dapat ditentukan panjang gua tersebut.

d. Untuk menentukan kedalaman laut dan menentukan letak benda menggunakan sifat pemantulan bunyi, digunakan alat yang disebut sonar. Sonar di kapal akan mengirimkan suara yang mengenai reruntuhan kapal atau dasar laut akan dipantulkan kembali. Waktu yang diperlukan untuk menempuh jarak dari sumber bunyi ke suatu benda kemudian kembali ke sumber bunyi akan dicatat oleh alat tersebut. Semakin lama waktu yang diperlukan, maka semakin jauh jarak benda tersebut.

G. Tugas Proyek

Tugas proyek dapat dikerjakan dalam waktu 1-2 minggu tergantung dengan tingkat kompleksitas yang diberikan oleh guru. Kegiatan proyek dilakukan secara berkelompok. Setiap kelompok terdiri dari 3-5 peserta didik. Selama pelaksanaan tugas proyek ini, peserta didik diharuskan untuk selalu melakukan konsultasi dengan guru. Berkaitan dengan cara penilaian proyek ini, guru dapat merujuk cara penilaian yang terdapat pada bagian umum dengan disesuaikan tugas peserta didik.

11 Petunjuk Pembelajaran: Cahaya dan Alat Optik

A. Pengantar

Bab 11 pada buku ini memuat materi cahaya dan alat optik. Pada Bab 11 ini terdiri dari 3 bagian yaitu sifat cahaya dan pembentukan bayangan pada alat optik, indra penglihatan manusia dan hewan, dan alat optik dalam kehidupan sehari-hari. Pada bagian pertama peserta didik mempelajari tentang sifat-sifat cahaya, pembentukan bayangan pada cermin, dan lensa. Pada bagian kedua peserta didik mempelajari tentang indra penglihatan manusia dan indra penglihatan serangga. Pada bagian ketiga, peserta didik akan mempelajari tentang berbagai alat optik yang biasa digunakan dalam kehidupan sehari-hari seperti kamera, kaca pembesar, mikroskop, dan teleskop. Seluruh materi pada bab ini diajarkan melalui kegiatan diskusi, pemecahan masalah, penyelidikan, menganalisis data, dan mencari informasi melalui lingkungan sekitar, media massa, ataupun media elektronik. Setelah mempelajari seluruh bagian yang terdapat pada Bab 11, peserta didik mendapatkan tugas untuk menyelesaikan proyek. Proyek yang akan dikerjakan oleh peserta didik adalah membuat laporan kegiatan penyelidikan tentang pembentukan bayangan pada cermin cekung dan cermin cembung. Apabila peserta didik telah selesai menyusun laporan, peserta didik diminta untuk mempresentasikan hasilnya di depan kelas.

1. Kompetensi Dasar

3.12 Menganalisis sifat-sifat cahaya, pembentukan bayangan pada bidang datar dan lengkung, serta penerapannya untuk menjelaskan proses penglihatan manusia, mata serangga, dan prinsip kerja alat optik

4.12 Menyajikan hasil percobaan tentang pembentukan bayangan pada cermin dan lensa

2.Indikator Pencapaian Kompetensi

Pada kegiatan pembelajaran di kelas, guru dapat mengembangkan sendiri Indikator Pencapaian Kompetensi dengan disesuaikan pada kondisi peserta didik masing-masing. Berikut ini dipaparkan contoh Indikator Pencapaian Kompetensi yang dapat dijabarkan dari KD 3.12 dan KD 4.12.

3.12.1 Menjelaskan sifat-sifat cahaya
3.12.2 Menyelidiki arah rambat cahaya
3.12.3 Menyelidiki pembiasan cahaya
3.12.4 Menghitung besar sudut pantul dari suatu sinar datang
3.12.5 Menjelaskan sifat cahaya merupakan gelombang elektromagnetik
3.12.6 Menjelaskan pembentukan bayangan pada cermin datar dan cermin lengkung
3.12.7 Menghitung banyaknya bayangan yang dibentuk oleh dua cermin bersudut

3.12.8 Menggambar pembentukan bayangan pada cermin datar
3.12.9 Menggambar pembentukan bayangan pada cermin lengkung
3.12.10 Menganalisis keterkaitan antara titik fokus, jarak benda, dan jarak bayangan pada cermin cekung
3.12.11 Mengukur jarak fokus cermin cekung
3.12.12 Menghitung jarak bayangan benda pada cermin cembung
3.12.13 Menjelaskan letak bayangan melalui persamaan umum cermin
3.12.14 Menggambar pembentukan bayangan pada lensa
3.12.15 Menganalisis keterkaitan antara titik fokus, jarak benda, dan jarak bayangan pada lensa cembung
3.12.16 Mengukur jarak fokus lensa cembung
3.12.17 Menghitung kekuatan lensa cembung
3.12.18 Menjelaskan letak bayangan melalui persamaan umum lensa
3.12.19 Menyelidiki pembentukan bayangan pada mata manusia
3.12.20 Menyebutkan struktur dan fungsi bagian mata
3.12.21 Menyelidiki perubahan diameter pupil
3.12.22 Menganalisis penyebab perubahan diameter pupil
3.12.23 Mengaitkan perubahan diameter pupil dengan fungsi pupil
3.12.24 Menjelaskan gangguan pada mata
3.12.25 Menjelaskan mekanisme penglihatan pada serangga
3.12.26 Menyelidiki pembentukan bayangan pada kamera obscura
3.12.27 Menjelaskan pembentukan bayangan pada kamera, lup, mikroskop, dan teleskop
4.12.1 Menyusun poster hasil penyelidikan pembentukan bayangan pada cermin cekung dan lensa cembung
4.12.2 Mempresentasikan poster tentang pembentukan bayangan pada cermin cekung dan lensa cembung

3. Alokasi Waktu

Pembelajaran dan penilaian Bab 11 tentang cahaya dan alat optik memerlukan waktu 14 jam atau 6 kali tatap muka (TM) (dengan asumsi 5 JP/minggu diorganisasikan menjadi dua kali TM, yakni 3 JP dan 2 JP). Pengorganisasian 6 TM tersebut adalah sebagai berikut.

Tabel 11.1 Penjabaran Materi Pembelajaran Tiap Pertemuan pada Bab 11

Pertemuan Ke	Materi
1	Sifat cahaya dan proses pembentukan bayangan ▪ Sifat-sifat cahaya
2	Sifat cahaya dan proses pembentukan bayangan ▪ Pembentukan bayangan pada cermin

Pertemuan Ke	Materi
3	Sifat cahaya dan proses pembentukan bayangan ▪ Pembentukan bayangan pada lensa
4	Indra penglihatan manusia dan hewan ▪ Indra penglihatan manusia ▪ Indra penglihatan serangga
5	Alat optik dalam kehidupan sehari-hari ▪ Kamera ▪ Lup ▪ Mikroskop ▪ Teleskop
6	▪ Ulangan harian

4. Materi Esensial

a. Cahaya memiliki sifat-sifat khusus. Cahaya dapat merambat lurus, dipantulkan, dibiaskan, dan merupakan gelombang elektromagnetik.

b. Cahaya dapat dipantulkan pada cermin datar, cermin cekung, dan cermin cembung.

c. Cahaya dapat dibiaskan pada lensa cekung dan lensa cembung.

d. Pembentukan bayangan pada cermin dan lensa menggunakan sinar-sinar istimewa.

e. Pembentukan bayangan pada mata manusia merupakan bentuk pemanfaatan alat optik dalam kehidupan sehari-hari

f. Bagian mata yang banyak berperan pada proses pembentukan bayangan benda adalah kornea, iris, lensa, dan retina.

g. Gangguan pada lensa mata dapat menyebabkan seseorang menderita miopi, hipermetropi, buta warna, presbiopi, dan astigmatisme.

h. Mata serangga disebut juga mata majemuk atau mata faset yang terdiri atas beberapa omatidia. Omatidia berfungsi sebagai reseptor penglihatan yang terpisah. Gabungan seluruh respon dari omatidia merupakan bayangan mosaik.

i. Jenis alat optik dalam kehidupan sehari-hari adalah kamera, lup, mikroskop, teropong, dan teleskop.

B. Kegiatan Pembelajaran

Pada pembelajaran Bab 11 cahaya dan alat optik, guru dapat menerapkan pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL), *inquiry*, *learning cycle*, atau model pembelajaran lain, yang prosesnya berbasis *scientific approach*.

Pertemuan 1, Materi: Sifat-sifat Cahaya

a. Apersepsi dapat dilakukan dengan cara meminta peserta didik untuk mengamati dan merasakan keberadaan cahaya yang ada di sekitarnya. Peserta didik diminta untuk memejamkan mata sejenak untuk menghindari masuknya cahaya ke mata, kemudian membuka mata kembali dan menceritakan apa yang dirasakannya.

b. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran yang tertera pada fitur "Ayo Kita pelajari". Guru juga menyampaikan manfaat mempelajari materi ini dengan menjelaskan isi kegiatan pada "Mengapa Penting?".

c. Selain untuk melihat benda, cahaya secara khusus memiliki beberapa sifat. Agar mengetahui apa saja sifat cahaya, maka peserta didik dapat dibimbing untuk melakukan berbagai Aktivitas yang terdapat pada Buku Siswa. Sifat cahaya merambat lurus dapat dipelajari dengan meminta peserta didik mengerjakan Aktivitas 11.1 pada fitur "Ayo, Kita Lakukan" tentang perambatan cahaya.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 11.1 Perambatan Cahaya

Percobaan ini membuktikan bahwa cahaya hanya dapat terlihat bila lubang kertas diletakkan secara sejajar.

Alternatif Kesimpulan:
Arah rambatan cahaya adalah lurus.

d. Sifat cahaya dapat dipantulkan dapat dipelajari dengan menyorotkan senter ke atas cermin. Peserta didik diminta mengamati pantulan cahaya yang terbentuk.

e. Peserta didik diminta untuk mendemonstrasikan kegiatan menyorotkan senter ke cermin datar. Selanjutnya peserta didik diarahkan untuk

melakukan tanya jawab tentang pantulan yang terjadi. Dengan demikian peserta didik dapat dibimbing untuk mengetahui bahwa pantulan cahaya yang muncul dari dalam cermin tersebut membuktikan bahwa cahaya dapat dipantulkan oleh permukaan yang halus. Pemantulan jenis ini disebut sebagai pemantulan teratur.

f. Peserta didik diminta untuk menduga pantulan cahaya yang terjadi pada permukaan yang bergelombang. Peserta didik dimotivasi untuk dapat mengajukan berbagai pertanyaan terkait fenomena pemantulan cahaya pada permukaan yang bergelombang. Jika memungkinkan, peserta didik dapat diminta untuk mendemonstrasikan pemantulan cahaya pada permukaan yang bergelombang. Akan sulit melihat pola pantulannya karena cahaya yang dipantulkan tersebut tidak beraturan. Peserta didik diajak untuk mengenali bahwa pemantulan cahaya pada permukaan bergelombang atau pada bidang yang tidak rata disebut sebagai pemantulan baur atau pemantulan tidak teratur. Setelah memahami jenis-jenis pemantulan, peserta didik diminta untuk mengerjakan fitur "Ayo, Kita Selesaikan" agar memahami sudut datang dan sudut pantul.

Ayo, Kita Selesaikan

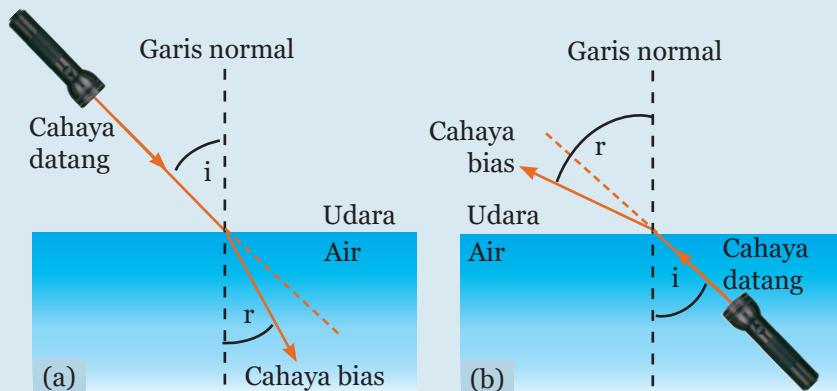
1. Sudut datang adalah sudut a ($\angle a$) dan sudut pantul adalah sudut d ($\angle d$).
2. Hukum pemantulan menyebutkan bahwa besarnya sudut datang sama dengan besarnya sudut pantul, jika sudut datang sebesar 30° maka sudut pantulnya juga sebesar 30°.

g. Sifat cahaya dapat dibiaskan dapat dipelajari dengan cara meminta peserta didik melakukan kegiatan "Mengapa sendok terlihat bengkok?" pada fitur "Ayo, Kita Lakukan" pada Aktivitas 11.2. Peserta didik dapat diminta untuk bekerja secara berkelompok dan diharapkan peserta didik dapat melakukan kegiatan praktikum dengan bersungguh-sungguh.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 11.2 Mengapa Sendok Terlihat Bengkok?

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Sendok terlihat membengkok karena terjadi pembiasan. Pembiasan yang terjadi tersebut mendekati garis normal. Proses ini terjadi karena cahaya melewati dua medium (udara dan air) yang memiliki kerapatan optik yang berbeda.
2. Syarat-syarat terjadinya pembiasan ada dua. Pertama, cahaya melalui dua medium yang memiliki kerapatan optik yang berbeda. Kedua, cahaya datang tidak tegak lurus terhadap bidang batas.
   Arah pembiasan cahaya dibedakan menjadi dua macam, yaitu:
   a. Mendekati Garis Normal
      Cahaya dibiaskan mendekati garis normal jika cahaya merambat dari medium optik kurang rapat ke medium optik lebih rapat, contohnya cahaya merambat dari udara ke dalam air.
   b. Menjauhi Garis Normal
      Cahaya dibiaskan menjauhi garis normal jika cahaya merambat dari medium optik lebih rapat ke medium optik kurang rapat, contohnya cahaya merambat dari dalam air ke udara.
3. Diagram proses terjadinya pembiasan pada sendok sebagai berikut.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 11.1 Pembiasan Cahaya (a) Mendekati Garis Normal (b), Cahaya dari air ke udara akan dibiaskan menjauhi garis normal.

Contoh gejala pembiasan yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari antara lain, dasar kolam terlihat lebih dangkal apabila dilihat dari atas, terjadinya pelangi apabila hujan turun pada saat matahari muncul.

c. Apabila tidak ada sendok, peserta didik dapat menggunakan pensil atau benda-benda berbentuk panjang lainnya yang dapat diposisikan setengah berada di dalam air dan setengah lainnya berada di udara. Pada percobaan ini, sendok akan terlihat bengkok karena cahaya akan dibiaskan saat melalui dua medium yang berbeda kerapatannya. Pada percobaan ini dua medium yang digunakan adalah udara dan air. Air memiliki kerapatan yang lebih besar daripada udara. Hal ini menyebabkan sinar yang masuk dari udara ke air akan dibiaskan mendekati garis normal. Agar memahami skema pembiasan berkas cahaya, peserta didik dan guru dapat mendiskusikan gambar pembiasan berkas cahaya.

d. Sifat cahaya merupakan gelombang elektromagnetik dapat dipelajari dengan meminta peserta didik membandingkan gelombang air laut dengan gelombang cahaya. Gelombang air laut terbentuk dan menimbulkan suara ombak karena adanya energi yang dipindahkan oleh air laut. Hal ini membuktikan bahwa gelombang air laut membutuhkan medium untuk perambatannya. Akan tetapi lain halnya dengan gelombang cahaya, gelombang cahaya tidak memerlukan medium dalam perambatannya. Hal ini dapat dibuktikan dengan sampainya cahaya matahari ke bumi meskipun melalui ruang hampa udara yang ada di ruang angkasa antara bumi dan matahari.

e. Selanjutnya, untuk mengajarkan materi perbedaan frekuensi gelombang elektromagnetik, peserta didik ditugaskan untuk mengamati gambar spektrum elektromagnetik. Cahaya memiliki panjang gelombang antara 380 nm hingga 750 nm. Perbedaan panjang gelombang pada cahaya mengakibatkan perbedaan besar frekuensi dan perbedaan spektrum warna pada cahaya. Jika peserta didik sudah memahami perbedaan spektrum warna cahaya, peserta didik diminta untuk mengerjakan fitur "Ayo, Kita Selesaikan".

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

Cahaya merah memiliki panjang gelombang antara 700 nm hingga 750 nm, sedangkan cahaya biru memiliki panjang gelombang sekitar 450 nm.

f. Pada akhir kegiatan pembelajaran, peserta didik dibimbing untuk menarik kesimpulan. Materi yang harus disimpulkan pada hari ini adalah sifat-sifat cahaya.

Alternatif Kesimpulan:

Ada empat sifat-sifat cahaya, sebagai berikut.

1. Cahaya merambat lurus
2. Cahaya dapat dibiaskan
3. Cahaya dapat dipantulkan
4. Cahaya merupakan gelombang elektromagnetik

g. Peserta didik ditugaskan untuk mempelajari materi yang akan dipelajari berikutnya, yaitu tentang pembentukan bayangan pada cermin datar dan cermin lengkung.

Pertemuan 2, Materi: Pembentukan Bayangan pada Cermin

a. Pada awal kegiatan pembelajaran guru dapat melakukan tanya jawab terkait dengan kebiasaan peserta didik bercermin, fungsi cermin, peralatan apa saja yang memanfaatkan cermin, dan apa saja kegunaan cermin. Selanjutnya guru dapat menginformasikan bahwa materi yang akan dipelajari ialah tentang pembentukan bayangan pada cermin datar dan pada cermin lengkung.

b. Pembentukan bayangan pada cermin datar dapat dipelajari dengan melakukan aktivitas bayangan oleh cermin pada Aktivitas 11.3 fitur "Ayo, Kita Lakukan" tentang pembentukan bayangan oleh cermin datar. Peserta didik diminta untuk meletakkan benda di depan cermin pada jarak tertentu kemudian mengamati sifat bayangan yang terbentuk.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 11.3 Pembentukan Bayangan oleh Cermin Datar

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Bayangan yang terbentuk oleh cermin datar berada tepat di belakang cermin datar atau tampak berada di dalam cermin datar.
2. Ukuran bayangan yang terbentuk adalah sama besarnya dengan ukuran benda.
3. Jarak bayangan benda dari cermin adalah sama dengan jarak benda ke cermin.

Bayangan yang muncul pada cermin datar dibentuk oleh perpanjangan sinar datang seperti yang tampak pada gambar pembentukan pada cermin

datar. Agar dapat melukiskan pembentukan bayangan oleh cermin datar, guru dapat menjelaskan penggunaan diagram sinar seperti yang terdapat pada Buku Siswa.

c. Peserta didik menyampaikan hasil kegiatan pada Aktivitas 11.3. Selanjutnya peserta didik dibimbing guru untuk menyimpulkan hasil Aktivitas 11.3.

d. Agar dapat memahami pembentukan bayangan pada cermin lengkung, peserta didik diajak untuk mengidentifikasi unsur-unsur yang terdapat pada cermin lengkung serta mempelajari macam cermin lengkung. Guru dapat menyediakan cermin cekung dan cermin cembung ataupun meminta peserta didik untuk mencermati Gambar 11.12 yang terdapat pada Buku Siswa.

e. Setelah mengetahui unsur-unsur cermin lengkung, peserta didik dapat diminta untuk melakukan Aktivitas 11. 4 tentang pembentukan bayangan oleh cermin cekung. Peserta didik dapat diingatkan untuk dapat bekerjasama dengan baik bersama dengan teman sekelompok serta melakukan percobaan dengan cermat dan teliti.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 11.4 Pembentukan Bayangan oleh Cermin Cekung

Alternatif Jawaban:

Besar fokus cermin cekung dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

f. Peserta didik dapat diminta untuk menganalisis hubungan antara jarak bayangan, jarak benda, dan titik fokus, serta menyelesaikan tugas diskusi yang terdapat pada fitur. Kemudian peserta didik bersama dengan guru mendiskusikan hasil percobaan. Peserta didik dapat didorong untuk menyampaikan pertanyaan yang dimiliki terkait dengan percobaan yang telah dilakukan maupun tentang hasil diskusi.

g. Selanjutnya peserta didik bersama dengan guru dapat melakukan tanya jawab tentang tiga sinar istimewa yang dibutuhkan untuk menemukan perpotongan sinar yang dapat membentuk bayangan

pada cermin cekung, seperti yang ada pada Buku Siswa. Peserta didik dapat pula diajak untuk mempelajari cermin cembung. Selain dengan menggunakan diagram tiga sinar istimewa tersebut, peserta didik juga dapat ditugaskan untuk memahami dan menerapkan penggunaan persamaan umum optik untuk menentukan letak bayangan, benda, dan titik fokus.

h. Agar lebih memahami, peserta didik dapat diminta untuk mempelajari contoh soal dan mengerjakan soal yang ada pada Buku Siswa. Pada materi ini, guru perlu menekankan penggunaan tanda negatif pada penulisan besar titik fokus di persamaan umum optik untuk cermin cembung dan penggunaan tanda positif pada penulisan besar titik fokus di persamaan optik untuk cermin cekung.

i. Pada materi pembentukan bayangan pada cermin lengkung ini, guru perlu menekankan pada sifat bayangan yang dibentuk sangat dipengaruhi oleh letak benda terhadap cermin lengkung, seperti yang telah dijelaskan pada Buku Siswa.

j. Selanjutnya peserta didik ditugaskan untuk mengerjakan fitur “Ayo, Kita Diskusikan” dengan sebelumnya peserta didik diminta untuk memahami contoh soal yang terdapat pada fitur “Ayo, Kita Pahami”. Jika diperlukan, guru dapat menyusun soal tambahan terkait dengan pembentukan bayangan pada cermin cekung dan cermin cembung.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

1. Jarak bayangan ke cermin

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{8} = \frac{1}{4} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{8} - \frac{1}{4} = \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1-2}{8} = \frac{1}{s'}$$

$$s' = -\ 8 \text{ cm}$$

Perbesaran bayangan

$$M = \left|\frac{s'}{s}\right| = \left|\frac{8}{4}\right| = 2$$

Jadi, jarak bayangan ke cermin adalah –8 cm dan bayangan yang terbentuk diperbesar 2×.

2. Jarak bayangan ke cermin

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{-6} = \frac{1}{3} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{-6} - \frac{1}{3} = \frac{1}{s'}$$

$$\frac{-1-2}{6} = \frac{1}{s'}$$

$$s' = -2 \text{ cm}$$

Perbesaran bayangan

$$M = \left|\frac{s'}{s}\right| = \left|\frac{2}{3}\right| = \frac{2}{3}$$

Jadi, jarak bayangan ke cermin adalah –2 cm dan bayangan yang terbentuk diperkecil $\frac{2}{3}\times$.

k. Pada akhir kegiatan pembelajaran peserta didik diminta menyampaikan kesimpulan dari materi yang telah dipelajari.

Pertemuan 3, Materi : Pembentukan Bayangan pada Lensa

a. Guru dapat mengaitkan materi yang telah dipelajari sebelumnya dengan materi yang akan dipelajari dengan mengajak siswa melakukan tanya jawab. Pembentukan bayangan pada lensa tidak jauh berbeda dengan pembentukan bayangan pada cermin lengkung, bedanya pada cermin berkas cahaya yang datang akan dipantulkan sedangkan pada lensa berkas cahaya yang datang akan dibiaskan.

b. Pembentukan bayangan pada lensa cembung prinsipnya hampir sama dengan pembentukan bayangan pada cermin cekung, sedangkan pembentukan bayangan pada lensa cekung prinsipnya sama dengan pembentukan bayangan pada cermin cembung.

c. Peserta didik dapat diminta untuk melakukan Aktivitas 11.5 agar peserta didik mengetahui pembentukan bayangan pada lensa cembung. Guru dapat meminta peserta didik bekerja secara berkelompok. Guru hendaknya mengingatkan peserta didik untuk melakukan kegiatan dengan disiplin, bersungguh-sungguh, cermat dan teliti.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 11.5 Pembentukan Bayangan Pada Lensa Cembung

Alternatif Jawaban:

Besar fokus lensa cembung dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

d. Peserta didik diajak berdiskusi tentang sinar-sinar istimewa pada lensa cekung dan lensa cembung. Sama seperti pada cermin lengkung, selain dengan menggunakan berkas sinar-sinar istimewa, penentuan letak bayangan dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan umum optik. Pada lensa selain ada konsep pembentukan bayangan juga ada konsep kekuatan lensa (D). Kekuatan lensa merupakan kebalikan dari panjang fokus lensa.

e. Agar peserta didik dapat lebih memahami materi pembentukan bayangan pada lensa, peserta didik diminta untuk melakukan kegiatan diskusi sebagaimana terdapat pada fitur "Ayo, Kita Diskusikan" tentang jarak bayangan ke cermin dan perbesaran bayangan yang dibentuk.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

1. Letak bayangan benda

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{10} = \frac{1}{20} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{10} - \frac{1}{20} = \frac{1}{s'}$$

$$s' = 10 \text{ cm}$$

Perbesaran bayangan

$$M = \left|\frac{s'}{s}\right| = \left|\frac{10}{20}\right| = \frac{1}{2}$$

Jadi, jarak bayangan ke cermin adalah 10 cm dan bayangan yang terbentuk diperbesar $\frac{1}{2}$ ×.

2. Letak bayangan benda

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{10} = \frac{1}{30} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{10} - \frac{1}{30} = \frac{1}{s'}$$

$$s' = 15 \text{ cm}$$

Perbesaran bayangan

$$M = \left|\frac{s'}{s}\right| = \left|\frac{15}{30}\right| = \frac{1}{2}$$

Jadi, jarak bayangan ke cermin adalah 15 cm dan bayangan yang terbentuk diperbesar $\frac{1}{2}$ ×.

f. Setelah kegiatan selesai dilakukan, guru membimbing peserta didik untuk menarik kesimpulan.

g. Peserta didik juga dapat diminta untuk menyampaikan materi yang telah dipahami, materi yang belum dipahami, kegiatan pembelajaran yang disenangi, dan kegiatan pembelajaran yang sulit untuk diikuti.

h. Pada akhir kegiatan pembelajaran, guru dapat menyampaikan kepada peserta didik untuk mengerjakan tugas proyek seperti yang terdapat pada Buku Siswa. Guru dapat menginformasikan kepada peserta didik waktu penyerahan tugas dan sistem penilaian yang diterapkan oleh guru dalam menilai tugas proyek.

Pertemuan 4, Materi: Indra Penglihatan Manusia dan Hewan

a. Guru memberikan apersepsi tentang pentingnya cahaya bagi sistem penglihatan manusia.
   - Guru mengajak peserta didik untuk pergi ke taman sekolah (halaman sekolah) atau membayangkan berada di halaman sekolah.
   - Guru memberikan pertanyaan, “bagaimana perasaan kalian ketika

berada di tempat ini?"
- Guru meminta peserta didik untuk menutup mata.
- Guru memberikan pertanyaan, "bagaimana perasaan kalian saat ini?"

b. Peserta didik diminta untuk menuliskan di buku IPA tentang apa yang dirasakan oleh peserta didik pada saat memejamkan mata.

c. Guru menginformasikan pada peserta didik bahwa pada hari ini peserta didik akan melakukan percobaan untuk membuktikan pembentukan bayangan pada mata.

d. Peserta didik diminta berkelompok melakukan percobaan yang ada pada Aktivitas 11.6 tentang pembentukan bayangan pada mata dan kemudian mempresentasikan hasil percobaannya tersebut di depan kelas.

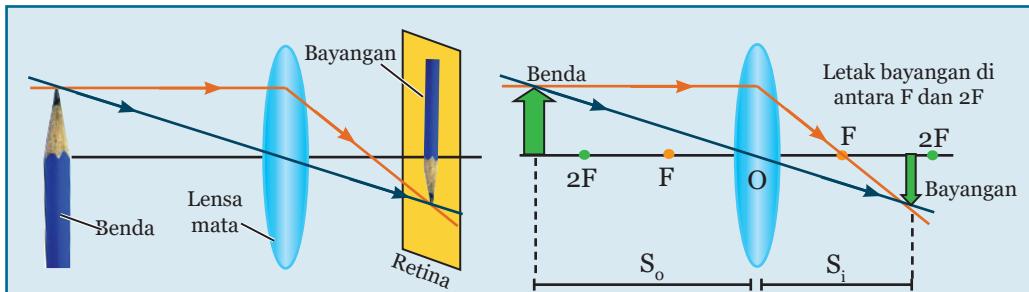
Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 11.6 Pembentukan Bayangan pada Mata

Alternatif Jawaban:

1. Sifat bayangan yang dibentuk oleh lensa tersebut adalah nyata, terbalik, dan diperkecil. Bayangan ini dibentuk oleh lensa cembung pada ruang 3.

2. Benda-benda yang digunakan pada kegiatan percobaan ini apabila dianalogikan dengan bagian-bagian mata adalah sebagai berikut.
   - Lampu dianalogikan sebagai sumber cahaya yang dapat menyebabkan mata dapat melihat benda.
   - Benda (panah) dianalogikan dengan benda yang dilihat oleh mata
   - Lensa cembung dianalogikan dengan lensa pada mata manusia.
   - Layar transparan pada percobaan ini berfungsi untuk menangkap bayangan yang dibiaskan oleh lensa cembung. Layar transparan dianalogikan dengan retina yang juga memiliki fungsi menangkap bayangan yang dibentuk oleh lensa mata.

3. Diagram pembentukan bayangan pada kamera dan mata adalah seperti berikut.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 11.2 Pembentukan Bayangan pada Ruang 3 oleh Lensa Cembung

Alternatif Kesimpulan:

Pada penjelasan sebelumnya dipaparkan bahwa sifat bayangan yang dibentuk oleh cermin cembung adalah nyata, terbalik, dan diperkecil. Akan tetapi pada kenyataannya sifat bayangan yang dibentuk oleh mata nyata, tegak dan diperkecil. Hal ini terjadi karena adanya pemrosesan informasi di otak, sehingga bayangan seolah-olah terlihat tegak.

e. Setelah peserta didik mengetahui pembentukan bayangan pada mata dan belajar tentang bagian-bagian mata, peserta didik dibimbing melakukan kegiatan percobaan mengukur diameter iris dan pupil. Pada kegiatan ini peserta didik akan mengukur diameter iris dan pupil pada tempat terang (di luar kelas) dan pada tempat gelap (di dalam kelas). Melalui kegiatan ini, peserta didik dapat mengetahui bahwa diameter iris dan pupil dapat berubah-ubah. Perubahan diameter iris dan pupil tergantung pada jumlah cahaya yang ada di lingkungan sekitar kita.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 11.7 Mengukur Diameter Iris dan Pupil

Alternatif Jawaban:

Pupil merupakan suatu celah yang berbentuk seperti lingkaran yang dibentuk oleh iris. Jumlah cahaya yang masuk ke dalam mata diatur oleh iris. Besar dan kecilnya iris dan pupil bergantung pada jumlah cahaya yang masuk ke dalam mata.

Apabila seseorang berada di tempat yang terang (misalnya halaman sekolah) cahaya yang masuk ke dalam mata berlebihan, diameter pupil akan mengecil secara otomatis. Mekanisme ini bertujuan agar cahaya

yang masuk ke dalam mata tidak terlalu banyak. Sebaliknya, apabila seseorang berada di tempat yang redup (misalnya di dalam kelas) cahaya yang masuk ke dalam mata akan sedikit, sehingga diameter pupil akan melebar/ membesar secara otomatis. Reaksi pupil tersebut adalah suatu reaksi yang disebabkan karena adanya suatu stimulus yang terjadi dengan sendirinya secara optimal dan tanpa disadari.

f. Selanjutnya peserta didik diminta untuk mengerjakan fitur "Ayo, Kita Pikirkan!" tentang penglihatan yang kabur sesaat ketika kita berpindah dari ruangan yang terang menuju ruangan yang gelap.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Pikirkan!

Setelah kamu berada pada tempat yang terang (misalnya halaman rumah) kemudian kita menuju tempat yang lebih gelap (misalnya masuk rumah), maka selama beberapa detik semuanya akan terlihat gelap sehingga kamu tidak dapat melihat dengan jelas. Mengapa hal ini terjadi?

Hal tersebut dipengaruhi oleh aktivitas rhodopsin. Setiap sel batang atau sel kerucut dalam retina manusia mengandung pigmen penglihatan yang terdiri dari suatu molekul penyerap cahaya yang disebut retinal (derivat vitamin A). Retinal ini akan terikat dengan suatu protein membran yang disebut dengan opsin. Apabila opsin bereaksi dengan retinal, maka akan terbentuk pigmen penglihatan yang disebut dengan rhodopsin.

Untuk mendapatkan informasi tambahan, guru dapat membuka laman ataupun meminta peserta didik menggali informasi lebih dalam pada *website* berikut: http://www.ks.uiuc.edu/services/class/biophys490m/papers/rh-structure- rev.pdf

Pada saat mata mendapatkan cahaya yang lebih terang dari sebelumnya, rhodopsin menghilang karena terus-menerus dipecah menjadi scotopsin dan retinen. Akan tetapi, pada saat mata berada pada tempat yang lebih gelap daripada sebelumnya rhodopsin tidak dipecah sehingga terjadi penimbunan pigmen rhodopsin. Kondisi inilah yang menyebabkan seseorang mengalami kebutaan sejenak.

g. Peserta didik menyampaikan hasil jawaban fitur "Ayo, Kita Pikirkan!" dan guru memberikan penguatan terhadap materi yang didiskusikan.

h. Setelah itu, peserta didik diminta untuk berkelompok kembali untuk mendiskusikan gangguan dan kelainan pada mata manusia serta tentang struktur dan cara kerja mata serangga melalui presentasi di depan kelas dengan menggunakan poster atau sajian *power point*. Pada

materi ini guru hanya perlu mendampingi dan membimbing jalannya diskusi kelas agar pembelajaran di kelas dapat mengaktifkan peserta didik, sehingga peserta didik dapat mengembangkan pengetahuannya dan berinkuiri dengan lebih baik.

i. Peserta didik dibimbing untuk menyusun kesimpulan.

Alternatif Kesimpulan:

- Bagian-bagian mata
  Mata tersusun atas beberapa bagian yang berbeda yang masing-masing bagian memiliki fungsi yang berbeda pula. Mata kita dibalut oleh tiga lapis jaringan yang berlainan. Lapisan luar adalah lapisan sklera, lapisan ini membentuk kornea. Lapisan tengah adalah lapisan koroid, lapisan ini membentuk iris. Lapisan ketiga adalah lapisan dalam yaitu retina.
- Proses pembentukan bayangan pada mata
  Cahaya masuk ke mata melewati kornea, yang merupakan daerah bening dari sklera. Setelah cahaya melewati kornea, selanjutnya cahaya akan menuju ke pupil. Pupil adalah bagian berwarna hitam yang merupakan jalan masuknya cahaya ke dalam mata. Setelah melewati pupil, cahaya bergerak merambat menuju ke lensa. Cahaya yang melewati lensa selanjutnya akan membentuk bayangan yang kemudian ditangkap oleh retina. Retina merupakan sel yang sensitif terhadap cahaya matahari yang terletak pada bagian belakang mata. Sel-sel khusus yang terletak di retina akan mengubah bayangan menjadi sinyal elektrik (impuls). Sinyal elektrik ini kemudian akan ditransfer ke otak, yang kemudian akan diterjemahkan sebagai objek/ benda yang kalian lihat.
- Gangguan pada indra penglihatan
  Rabun dekat (hipermetropi), rabun jauh (miopi), dan buta warna.
- Indra penglihatan serangga
  Serangga memiliki mata majemuk.

j. Pada akhir kegiatan pembelajaran, peserta didik ditugaskan untuk mempelajari berbagai alat optik dalam kehidupan sehari-hari. Kemudian secara berkelompok peserta didik diminta membuat poster atau tayangan *power point* tentang alat optik dalam kehidupan sehari-hari.

Pertemuan 5, Materi: Alat Optik dalam Kehidupan Sehari-hari

a. Guru memberikan apersepsi dengan memberikan pertanyaan kepada peserta didik dengan menampilkan beberapa gambar alat optik yang digunakan sehari-hari. Guru dapat mengajukan beberapa pertanyaan yang mengarahkan pada materi yang akan dipelajari peserta didik pada pertemuan ini.

b. Peserta didik diminta membaca fitur "Ayo, Kita Pelajari" agar mengetahui tujuan pembelajaran yang akan dilakukan. Peserta didik juga diminta untuk membaca fitur "Mengapa Penting" agar mengetahui manfaat dari materi yang akan dipelajari.
c. Sebelum peserta didik melakukan presentasi tentang alat optik, peserta didik dapat diajak untuk melakukan Aktivitas 11.8, yaitu membuat kamera obscura secara berkelompok.
d. Peserta didik dibimbing untuk membuat kamera obscura pada Aktivitas 11.8. Guru mengingatkan peserta didik agar bekerjasama dan berbagi tugas dengan kelompoknya.
e. Selanjutnya peserta didik dapat mempresentasikan hasil percobaan dan juga mempresentasikan tugas alat optik dalam kehidupan sehari-hari.
f. Kegiatan presentasi dapat diikuti dengan kegiatan diskusi kelas membahas tugas yang telah diberikan. Peserta didik yang sedang tidak presentasi dapat memberikan tanggapan, saran yang bersifat memperbaiki, dan pertanyaan dalam diskusi kelas. Guru dapat memberikan konfirmasi terhadap materi ketika peserta didik melakukan diskusi agar tidak terdapat miskonsepsi pada peserta didik
g. Pada akhir kegiatan pembelajaran, peserta didik dibimbing untuk menarik kesimpulan. Materi yang harus disimpulkan oleh peserta didik pada pertemuan hari ini adalah tentang macam-macam alat optik serta manfaatnya dalam kehidupan sehari-hari.

C. Penilaian dan Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi

1. Penilaian

Penilaian sikap untuk mengembangkan sikap dan keterampilan peserta didik dapat dilakukan selama pembelajaran berlangsung melalui berbagai aktivitas. Berkaitan dengan instrumen penilaian, guru dapat merujuk pada bagian umum Bab 3 penilaian pembelajaran IPA. Penilaian kompetensi pengetahuan dapat dilihat pada kisi-kisi pencapaian kompetensi.

2. Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi

a. Kegiatan Peserta Didik

Kisi-kisi pencapaian kompetensi peserta didik melalui berbagai kegiatan yang telah dilakukan selama pembelajaran Bab 11 cahaya dan alat optik dapat dilihat pada Tabel 11.2.

Tabel 11.2 Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi Melalui Kegiatan Peserta Didik pada Bab 11 Cahaya dan Alat Optik

Fitur	Materi	Ranah Kognitif					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ayo, Kita Lakukan	Perambatan cahaya				✓		
	Mengapa sendok terlihat bengkok? (pembiasan cahaya)				✓		✓
	Bayangan oleh cermin datar	✓		✓	✓		
	Pembentukan bayangan pada mata				✓		
	Pengukuran diameter iris dan pupil			✓	✓		
	Pembuatan kamera obscura			✓		✓	
Ayo, Kita Selesaikan	Penentuan sudut pantul			✓			
	Perbandingan panjang gelombang cahaya				✓		
Tahukah kamu?	Pembentukan bayangan pada dua cermin bersudut				✓		
	Fungsi iris		✓				
Ayo, Kita Pikirkan	Perubahan pandangan pada tempat terang dan gelap				✓		
Ayo, Kita pahami	Bayang-bayang benda			✓	✓		
	Persamaan mata dengan kamera		✓		✓		
Ayo, Kita Kerjakan Proyek	Pembentukan bayangan pada cermin cekung dan cermin cembung				✓		

b. Uji Kompetensi

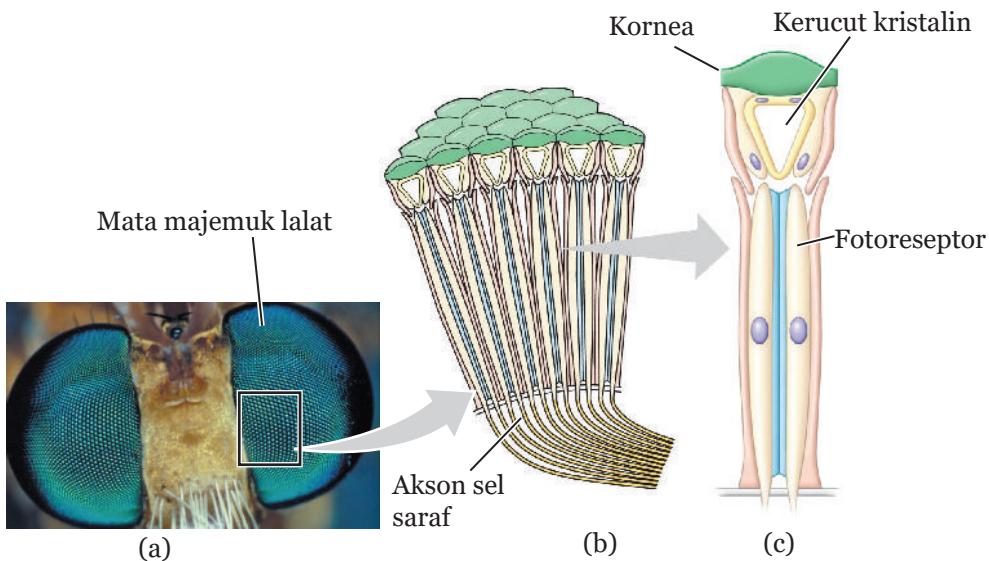
Kisi-kisi pencapaian kompetensi peserta didik melalui pengerjaan soal-soal pada uji kompetensi Bab 11 cahaya dan alat optik dapat dilihat pada Tabel 11.3.

Tabel 11.3 Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi Melalui Pengerjaan Soal-soal pada Uji Kompetensi Bab 11 Cahaya dan Alat Optik

Indikator Butir Soal	Ranah Kognitif & No Soal					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Menghubungkan cahaya dan kemampuan mata untuk melihat benda				A1		
Menentukan skema pembentukan bayangan pada mata		A2				
Mengidentifikasi bagian mata yang mengatur jumlah cahaya yang masuk ke mata		A3				
Mengidentifikasi jenis lensa untuk penderita yang tidak dapat melihat benda jauh			A4			
Menyebutkan sifat cahaya yang menyebabkan terjadinya peristiwa pelangi			A5			
Menentukan sifat bayangan yang dibentuk oleh benda yang diletakkan pada jarak kurang dari fokus di depan cermin cekung				A6		
Menjelaskan pembentukan bayangan pada masing-masing lensa mikroskop		A7				
Mengidentifikasi alat optik yang membantu melihat objek yang kecil (renik)		A8				
Menentukan sifat bayangan yang dibentuk oleh cermin cembung			A9			
Menghitung panjang fokus sistem lensa kornea				A10		
Menjelaskan kemampuan mata melihat benda pada berbagai jarak				B1 B2		
Melukiskan pembentukan bayangan pada cermin datar						B3
Menjelaskan dengan gambar perbedaan lensa konvergen dan divergen						B4
Menghitung tinggi bayangan yang dibentuk oleh cermin datar				B5		
Menjelaskan peristiwa pembiasan cahaya dalam kehidupan sehari-hari				B6 B7		

D. Materi Pengayaan

1. Mata Faset Serangga

Arthropoda (misalnya, serangga, *crustacea*) mempunyai mata yang berbeda dengan vertebrata. Mata arthropoda disebut mata majemuk karena mereka terdiri dari unit berulang, omatidia, masing-masing yang berfungsi sebagai reseptor visual yang terpisah. Setiap omatidia terdiri dari lensa tunggal (permukaan depan yang membentuk satu faset), *crystalline cone* (kristal kerucut transparan), sel-sel visual yang peka cahaya diatur dalam pola radial seperti bagian dari jeruk, dan sel pigmen yang memisahkan omatidium satu dengan lainnya.

Sumber: Campbell *et al*. 2012

Gambar 11.3 Mata Majemuk pada Mata Lalat

Sel-sel pigmen bertugas untuk memastikan bahwa cahaya yang masuk ke dalam omatidium paralel terhadap lintasan panjang untuk mencapai sel-sel visual dan memicu impuls saraf. Jadi setiap omatidium hanya menunjuk pada satu area dalam ruang dan memberikan kontribusi informasi tentang satu area kecil bidang pandang tersebut. Mungkin ada ribuan omatidia di mata majemuk yang tersebar di sebagian besar permukaan mata serangga (Gambar dari *Carolina Biological Supply Company* menunjukkan mata majemuk dari *Drosophila melanogaster*). Gabungan dari semua penglihatan mereka berupa gambar mosaik atau pola titik-titik terang dan gelap yang lebih seperti ilustrasi *Halftone* di surat kabar atau majalah. Semakin halus pola titik maka akan semakin baik pula kualitas gambarnya. Mata Belalang, tersusun dari omatidium yang lebih sedikit jumlahnya daripada lebah madu dan capung serta menghasilkan gambar yang lebih kasar.

Lebah madu dan capung memiliki lebih banyak omatidium yang berfungsi untuk meningkatkan kemampuan membedakan lebih detail. Namun demikian, kemampuan mata lebah madu lebih rendah dibandingkan dengan mata vertebrata dalam membedakan objek secara detail, yaitu hanya 1/60 dari mata manusia. Misalnya mata manusia dapat membedakan dua benda pada jarak 60 kaki (18 m), serangga hanya membedakan dua benda pada jarak hanya satu kaki (0,3 m).

Efek *Flicker*

Mata majemuk sangat baik dalam mendeteksi gerakan. Serangga mampu menghidupkan dan mematikan omatidia secara progresif, sehingga mampu merespon lebih baik benda bergerak daripada benda diam. Misalnya, serangga akan lebih mudah mendatangi bunga yang bergerak karena tertiup angin daripada bunga yang diam.

Resolusi dan Sensitivitas

Arthropoda cenderung aktif dalam cahaya redup (misalnya, lobster, belalang sembah) karena *screening pigments ommatidiater* sampai ke ujung bawah dari sel-sel pigmen. Pergeseran ini memungkinkan cahaya memasuki omatidium tunggal dengan sudut tertentu ke dalam omatidium yang saling berdekatan dan sekaligus merangsang omatidium lainnya. Dengan banyak omatidium yang menanggapi area tunggal di bidang visual maka gambar menjadi kasar sehingga sangat dimungkinkan untuk dapat membedakan terang dan gelap di malam hari. Pergeseran pigmen membuatnya lebih sensitif terhadap cahaya daripada di siang hari karena omatidium dapat mendeteksi daerah tertentu dari cahaya.

Penglihatan warna

Beberapa serangga mampu membedakan warna. Hal ini membutuhkan dua atau lebih pigmen, yang masing-masing mampu menyerap panjang gelombang yang berbeda. Dalam lebah madu, empat dari sel-sel visual dalam setiap omatidia mampu merespon dengan baik kuning – hijau muda (544 nm), dua mampu merespon secara maksimal cahaya biru (436 nm), dan dua lainnya mampu merespon dengan baik sinar ultraviolet (344 nm). Sistem ini memungkinkan lebah madu untuk membedakan warna (kecuali merah).

2. Penglihatan Ultraviolet

Tabung kamera televisi ternyata sensitif terhadap ultraviolet tetapi lensa kacanya bersifat buram terhadap ultraviolet. Menggunakan lensa ultraviolet transmisi khusus, Eisner dan rekan-rekannya telah menunjukkan bahwa penglihatan serangga terhadap bunga berbeda dengan cara penglihatan manusia, seperti pada gambar di bawah. Ketika kita melihat kenampakan

seperti pada gambar bunga sebelah kiri, namun berbeda pada serangga, Serangga akan dapat melihat nektar pada bunga seperti pada gambar di kanan.

Sumber: www. dailymail.co.uk

Gambar 11. 4 Penampakan Bunga dengan Menggunakan Sinar Tampak dan Sinar UV

Kupu-kupu Monarch mampu bermigrasi sejauh 2.500 mil (>4.000 km) karena mampu bernavigasi dengan menggunakan sinar ultraviolet dari matahari. Ketika kupu-kupu tersebut melihat cahaya, maka filter pada mata akan menghalangi sinar ultraviolet dari matahari, sehingga jalur penerbangannya akan membingungkan. Penglihatan ultraviolet tidak terbatas pada hewan dengan mata majemuk. Beberapa marsupial, tikus, kelelawar yang memakan nektar, dan banyak burung juga telah terbukti memiliki penglihatan ultraviolet.

E. Interaksi dengan Orangtua

Komunikasi dengan orang tua dapat menggunakan buku penghubung yang memfasilitasi komunikasi yang baik antara sekolah/guru dengan orang tua peserta didik. Buku penghubung ini juga bermanfaat membangun kerjasama pihak sekolah dengan orang tua dalam membantu keberhasilan peserta didik. Buku penghubung ini memuat hari/tanggal, mata pelajaran, pokok bahasan/subpokok bahasan, bentuk tugas, tanda tangan orang tua. Contoh lembar monitoring orangtua dapat dilihat kembali pada Bagian Umum buku guru ini.

F. Kunci Jawaban Uji Kompetensi

1. Pilihan Ganda

1. B
2. C
3. A
4. C
5. D
6. C
7. D
8. A
9. A
10. B

Cara Pengerjaan No. 10

Jika benda berada di tempat yang jauh tak berhingga maka sinar dari benda akan sejajar sumbu lensa dan difokuskan oleh mata di retina, dan memberikan panjang fokus untuk sistem lensa kornea sebesar 2,5 cm. Untuk melihat benda yang berjarak 25 cm di depan mata, benda terlihat paling jelas jika bayangan terbentuk di retina.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{25} + \frac{1}{2,5}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{25} + \frac{10}{25} = \frac{11}{25}$$

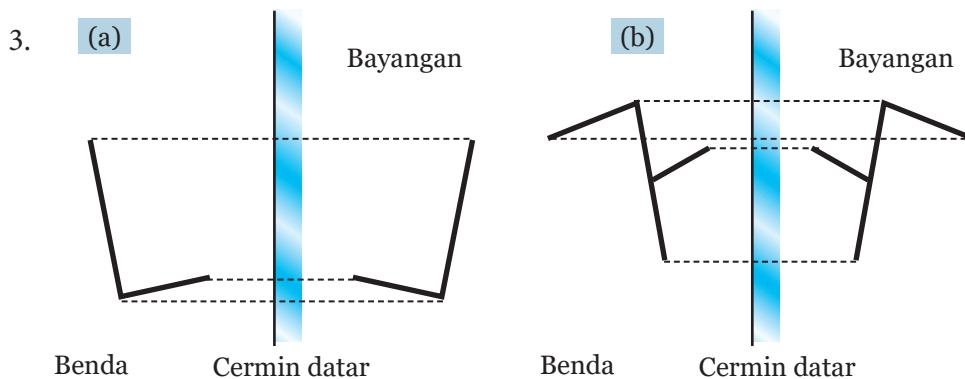
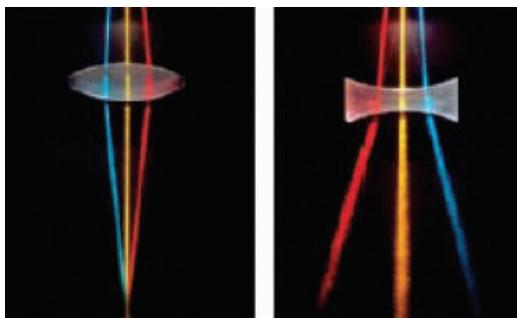
$$f = \frac{25}{11} = 2,24 \text{ cm}$$

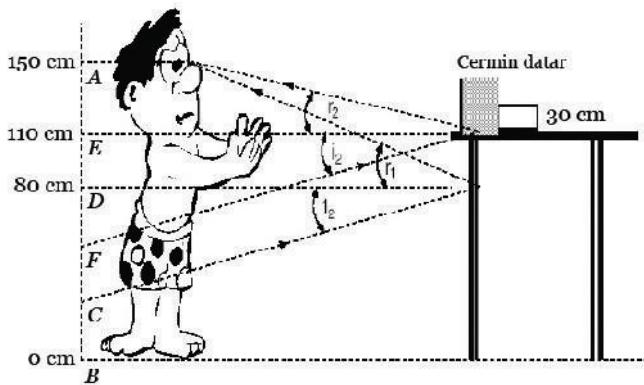
Jadi, panjang fokus lensa adalah 2,24 cm

2. Uraian

1. Mata dapat melihat benda dengan jelas pada jarak dekat ataupun jauh karena lensa mata memiliki kemampuan untuk mengubah bentuknya. Pada saat mata melihat benda yang berada pada jarak jauh, otot siliar akan berkontraksi. Hal ini akan menyebabkan lensa mata menjadi lebih datar atau mata melihat tanpa berakomodasi. Ketika kalian melihat benda yang berada pada jarak dekat, otot siliar akan relaksasi. Hal ini akan menyebabkan lensa mata menjadi lebih cembung. Pada kondisi ini mata dikatakan berakomodasi maksimum.

2. Lensa mata Badu yang berpenglihatan normal dapat membentuk bayangan tepat pada retina. Oleh karena itu, dia tidak membutuhkan kacamata agar dapat melihat benda dengan jelas. Berbeda dengan Roni, bayangan yang dibentuk oleh lensa mata Roni jatuh di depan retina karena dia menderita rabun dekat (hipermetropi). Dengan kondisi yang demikian Roni membutuhkan lensa mata negatif (cekung) agar bayangan yang dihasilkan dapat jatuh tepat pada retina sehingga dia dapat melihat benda dengan jelas. Penglihatan Badu menjadi kabur ketika memakai kacamata Roni karena dengan adanya lensa tambahan (kacamata) akan menyebabkan bayangan benda tidak dapat jatuh tepat pada retina.

3.

4. Hal ini dikarenakan cahaya yang dibiaskan oleh lensa cembung adalah mengumpul, sedangkan cahaya yang dibiaskan oleh lensa cekung menyebar.

Sumber: fun-phys.kr

5. Dalam soal tinggi badan yang diketahui hanya dari ujung kaki sampai mata saja. Namun, ini tidak masalah sebab yang melihat bayangan adalah mata. Jadi tinggi badan dari mata ke atas tak perlu dipersoalkan. Untuk menyelesaikan soal ini kita membutuhkan bantuan gambar seperti gambar berikut.

Ingat, bayangan terbentuk bila sinar dari benda sampai ke mata setelah dipantulkan oleh cermin. Jadi, untuk menghitung tinggi bayangan, sebaiknya pengukuran dimulai dari mata ke bawah. Dari gambar dapat dilihat bahwa bagian badan yang dapat dilihat melalui cermin datar sama dengan tinggi *CF* sebab sinar yang berasal titik-titik sepanjang *CF* itulah yang setelah dipantulkan oleh cermin sampai ke mata. Mari kita hitung tinggi *CF* ini dengan bantuan gambar di atas.

Di ukur dari ujung kaki, tinggi ujung bawah cermin datar adalah *BD* = 80 cm, sedangkan tinggi ujung atasnya adalah *BE* = 110 cm (sebab tinggi cermin menurut data soal adalah 30 cm sama dengan tinggi *DE*). Tinggi orang dihitung dari ujung kaki sampai mata sama dengan tinggi *BA* = 150 cm. Berdasarkan hukum pemantulan Tinggi *DA* sama dengan tinggi *CD*.

Tinggi $DA = BA - BD$
$= 150 \text{ cm} - 80 \text{ cm}$
$= 70 \text{ cm}$
Jadi $DA = CD = 70$ cm.

Dari gambar di atas juga dapat ditentukan bahwa tinggi $CA = 2\ CD = 2\ DA = 140$ cm sehingga tinggi *BC* dapat ditentukan, yakni:
Tinggi $BC = BA - CA = 10$ cm

Selanjutnya kita dapatkan tinggi $BF = BD - BC = 70$ cm sehingga kita dapat tentukan tinggi *FD*, yakni:

Tinggi $FD = BD - BF$
$= 80 \text{ cm} - 70 \text{ cm} = 10 \text{ cm}$.

Akhirnya tinggi CF pun dapat kita tentukan, yakni
Tinggi $CF = BD - BC - FD$
$= 80 \text{ cm} - 10 \text{ cm} - 10 \text{ cm} = 60 \text{ cm}$

Jadi bagian badan yang terlihat bayangannya hanya 60 cm (pada gambar di atas, orang tersebut hanya dapat melihat bayangan badannya kira-kira dari perut sampai lutut).

6. Peristiwa yang terjadi adalah Pembiasan: Jika cahaya yang merambat pada suatu medium berpindah ke medium yang lain, maka pada batas kedua medium tersebut akan terjadi pembiasan atau pembelokan arah. Hal ini disebabkan karena kecepatan cahaya dalam kedua medium tersebut tidak sama. Semakin besar kerapatan suatu medium, makin kecil kecepatan cahaya yang melewatinya. Dasar kolam tampak dangkal karena sinar datang yang berasal dari dasar kolam dibiaskan menjauhi garis normal. Yang kita lihat sebagai dasar kolam adalah bayangan dari dasar kolam tersebut, bukan dasar kolam yang sebenarnya.
7. Ikan yang berada di dalam air, juga mengalami fenomena yang sama. Posisi bayangan ikan yang kita lihat bukanlah merupakan posisi ikan yang sesungguhnya karena cahaya yang terpantul dari ikan tersebut telah berbelok. Oleh sebab itu, jika kita hendak menombak ikan, maka arahkanlah tombak tersebut sedikit ke bawahnya, supaya dapat mengenai ikan dengan lebih akurat.

G. Tugas Proyek

Tugas proyek ini dapat dilaksanakan oleh peserta didik selama ± satu minggu. Selama pelaksanaan tugas proyek ini, peserta didik diharuskan untuk selalu melakukan konsultasi dengan guru serta meminta bimbingan guru apabila menjumpai kesulitan. Berkaitan dengan cara penilaian proyek ini, guru dapat merujuk cara penilaian yang terdapat pada bagian umum dengan disesuaikan tugas peserta didik. Beberapa langkah yang harus dilakukan dalam melaksanakan penilaian proyek.

1. Menyampaikan rubrik penilaian sebelum pelaksanaan penilaian kepada peserta didik.
2. Memberikan pemahaman kepada peserta didik tentang kriteria penilaian.
3. Menyampaikan tugas disampaikan kepada peserta didik .
4. Memberikan pemahaman yang sama kepada peserta didik tentang tugas yang harus dikerjakan.
5. Melakukan penilaian selama perencanaan, pelaksanaan dan pelaporan proyek.
6. Memonitor pengerjaan proyek peserta didik dan memberikan umpan balik pada setiap tahapan pengerjaan proyek.
7. Membandingkan kinerja peserta didik dengan rubrik penilaian.
8. Memetakan kemampuan peserta didik terhadap pencapaian kompetensi minimal.
9. Mencatat hasil penilaian.
10. Memberikan umpan balik terhadap laporan yang disusun peserta didik.

Informasi Pelaku Penerbitan

Penulis 1

Nama Lengkap : Prof. Dr. Siti Zubaidah, M.Pd.
Telp Kantor/HP : 0341-588077/081334435234
E-mail : siti.zubaidah.fmipa@um.ac.id
Alamat Kantor : Jl. Semarang 5 Malang 65145
Bidang Keahlian : Biologi/Pendidikan Biologi

- **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**
  1. 2015–sekarang: Koordinator Program Studi S2-S3 Pendidikan Biologi Program Pascasarjana Universitas Negeri Malang.
  2. 2012–2015: Kepala Pusat Penelitian dan Pengabdian Bidang Pendidikan (LP2M) Universitas Negeri Malang.
  3. 2004–Sekarang: Dosen Program Studi Pendidikan Biologi Pascasarjana Universitas Negeri Malang.
  4. 1993–Sekarang: Dosen Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Malang.

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
  1. S3: Hama dan Penyakit Tanaman-Universitas Brawijaya Malang (2001-2004).
  2. S2: Pendidikan Biologi-IKIP Malang (1995-1998).
  3. S1: Pendidikan Biologi-IKIP Malang (1987-1992).

- **Judul Buku dan Tahun Terbit:**
  1. Buku Siswa dan Buku Guru Ilmu Pengetahuan Alam Kelas IX (2015).
  2. Buku Siswa dan Buku Guru Ilmu Pengetahuan Alam Kelas VIII (2014).
  3. Ragam Model dan Metode Pembelajaran IPA SD (cetakan ke-4) (2014).
  4. Ragam Model Pembelajaran IPA SMP (cetakan ke-2) (2014).
  5. Ragam Model dan Metode Pembelajaran IPA SD (cetakan ke-3) (2013).
  6. Ragam Model Pembelajaran IPA SMP (cetakan ke-1) (2013).
  7. Ragam Model dan Metode Pembelajaran IPA SD (cetakan ke-2) (2012).
  8. Ragam Model dan Metode Pembelajaran IPA SD (cetakan ke-1) (2011).
  9. Model-Model Pembelajaran Inovatif. (Pemberdayaan Berpikir Melalui Pertanyaan) (2007).

- **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**

  Penelitian di Bidang Biologi:
  1. Uji Multilokasi Galur-galur Kedelai untuk Perakitan Kedelai Tahan CPMMV (*Cowpea Mild Mottle Virus*) (2015).
  2. Seleksi Galur-galur Kedelai Generasi F5 untuk Perakitan Kedelai Tahan CPMMV (*Cowpea Mild Mottle Virus*) (2012).
  3. Karakterisasi Morfologi, Anatomi, dan Agronomi Plasma Nutfah Kedelai untuk Pembentukan Kedelai Tahan CPMMV (*Cowpea Mild Mottle Virus*) (2011).
  4. Pembentukan Varietas Unggul Kedelai Tahan CPMMV (*Cowpea Mild Mottle Virus*) Berdaya Hasil Tinggi (Tahun II) (2010).
  5. Pembentukan Varietas Unggul Kedelai Tahan CPMMV (*Cowpea Mild Mottle Virus*) Berdaya Hasil Tinggi (Tahun I) (2009).
  6. Konfirmasi CVPD Berbasis PCR pada Tanaman Jeruk Bergejala Klorosis di Poncokusumo Jawa Timur (2009).
  7. Uji Kemampuan Antibiotik Dalam Upaya Eliminasi Bakteri CVPD pada Mata Tunas untuk Bahan Bibit Jeruk (2008).
  8. Perbaikan Genetik Varietas Unggul Kedelai Berdaya Hasil Tinggi untuk Ketahanan terhadap CPMMV (*Cowpea mild Mottle Virus*) (2007).
  9. Identifikasi Penanda Molekuler RAPD untuk Ketahanan Genotipe Plasma Nutfah Kedelai Terhadap CPMMV (*Cowpea Mild Mottle Virus*) (2006).

  Penelitian di Bidang Pendidikan:
  1. Pengembangan Model Pembelajaran Biologi Berbasis *Remap Coople* untuk Pemberdayaan Berpikir Siswa Indonesia Berkarakter Minat Baca Rendah (2015).
  2. Pengembangan Model Pembelajaran Biologi Berbasis *Remap Coople* untuk Pemberdayaan Berpikir Siswa Indonesia Berkarakter Minat Baca Rendah (2014).
  3. Model Pendidikan Karakter Bangsa Berbasis Kearifan Lokal di Sekolah di Provinsi Jawa Timur (2014).
  4. Kajian *Grand Design* Pendidikan Menengah Kejuruan di Jawa Timur (2014).
  5. Pemetaan Kesiapan Implementasi Kurikulum 2013 Dalam Upaya Pengembangan Model Pemecahan Masalah Pembelajaran dan Penilaian Sebagai Penguatan Pendidikan Karakter di SMP Jawa Timur (2014).
  6. Pemetaan Kesiapan Implementasi Kurikulum 2013 Dalam Upaya Pengembangan Model Pemecahan Masalah Pembelajaran dan Penilaian Sebagai Penguatan Pendidikan Karakter di SMP Jawa Timur (2013).
  7. Pembelajaran yang Memberdayakan Keterampilan Metakognitif, Pemahaman Konsep, dan Retensi pada Pembelajaran Biologi SMA di Malang untuk Menolong Siswa Berkemampuan Akademik Rendah (2012).
  8. Pemberdayaan *Blended Learning* pada Perkuliahan Genetika di Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Malang (2011).
  9. Pemetaan dan Pengembangan Mutu Pendidikan di Malang Raya (Kota Malang, Kabupaten Malang, Kota Batu) (2011).

- **Informasi Lain:**

  Siti Zubaidah, lahir di Malang, 02 Juni 1968. Menikah dan dikaruniai 3 anak. Saat ini menetap di Kota Malang sebagai pengajar di Jurusan Biologi dan Pascasarjana Universitas Negeri Malang (UM). Dalam banyak kegiatan terlibat sebagai

narasumber dalam *workshop* peningkatan kualitas guru dan dosen dalam bidang pembelajaran dan penelitian. Materi yang dikembangkan sesuai kompetensinya dalam bidang biologi dan pendidikan biologi serta pembelajarannya. Dalam bidang biologi, saat ini terlibat dalam pengembangan kedelai tahan virus. Dalam bidang pendidikan biologi, terlibat dalam pengembangan model pembelajaran dan strategi pembelajaran yang mendorong kemampuan berpikir siswa.

Penulis 2

Nama Lengkap : Dr. Susriyati Mahanal, M.Pd
Telp Kantor/HP : 0341-512312/082143303052
E-mail : mahanals@yahoo.com
Alamat Kantor : Jl. Semarang No 5 Malang 65145
Bidang Keahlian : Biologi/Pendidikan Biologi

- **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**
  1. 1984–sekarang:Dosen Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Malang.
  2. 2010–sekarang: Dosen Program Studi Pendidikan Biologi Pascasarjana Universitas Negeri Malang.

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
  1. S3: Pendidikan Biologi-Universitas Negeri Malang (2007-2009)
  2. S2: Pendidikan Biologi-IKIP Malang (1995-1998)
  3. S1: Pendidikan Biologi-IKIP Malang (1980-1981)
  4. Sarjana Muda: Pendidikan Ilmu Hayat (1975-1978)

- **Judul Buku dan Tahun Terbit:**
  1. Buku Pendidikan Lingkungan Hidup sebagai Matapelajaran Muatan Lokal untuk Sekolah Dasar Kelas 1-6 (2015).
  2. Pendidikan Lingkungan Hidup untuk SMA Kelas X, Jilid 1-3 (2014).
  3. Buku Siswa dan Buku Guru Ilmu Pengetahuan Alam Kelas IX (2014).
  4. Model dan Metode Pembelajaran SMP IPA (Kerjasama PT Pertamina Persero dengan Universitas Negeri Malang) (2013).
  5. Ragam Model Pembelajaran IPA Sekolah Dasar (Kerjasama PT Pertamina Persero dengan Universitas Negeri Malang) (2010).
  6. Model-Model Pembelajaran Inovatif (Portofolio Sebagai Assessment Otentik) (2007).
  7. Botani Tumbuhan Bertalus (2004).

- **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**
  1. Pengembangan Buku Ajar Pendidikan Lingkungan Hidup (PLH) Sebagai Mata Pelajaran Muatan Lokal Pada Jenjang Pendidikan Sekolah Dasar (2013).
  2. Strategi Pengembangan Pendidikan Karakter (*Caharacter Building*) dalam Lembaga Sekolah di Provinsi Jawa Timur (2012).
  3. Pemetaan dan Pengembangan Mutu Pendidikan di Kota Kediri, Kabupaten Kediri, dan Kabupaten Ngawi (2011).

4. Pemetaan dan Pengembangan Mutu Pendidikan di Kota Madiun, Kabupaten Madiun, dan Kabupaten Magetan (2011).
5. Pengaruh Strategi Pembelajaran dan Gender terhadap Metakognisi dan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA di Malang (2010).
6. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Proyek Pada Mata Pelajaran Biologi untuk Memberdayakan Kemampuan Berpikir Kritis dan Sikap Terhadap Lingkungan Hidup Siswa SMA di Malang (2009).
7. Pengembangan perangkat Pembelajaran Deteksi Kualitas Sungai dengan Indikator Biologi untuk Memberdayakan Sikap Siswa SMA di Malang (2007).
8. Penerapan Pembelajaran Berdasarkan Masalah dengan Kooperatif STAD pada Mata Pelajaran IPA untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Siswa MIJS Malang (2006).
9. Penerapan Pembelajaran Berdasarkan Masalah dengan Kooperatif STAD pada Mata Pelajaran IPA Biologi untuk Meningkatkan Keterampilan Proses dan Berpikir Siswa SMA SMP dengan Setting Wilayah Pertanian Malang (2006).

- **Informasi Lain:**

Susriyati Mahanal, lahir 10 Agustus 1956. Menikah dan dikarunia 2 orang puteri dan 1 orang putera. Saat ini menetap di Kota Malang sebagai pengajar di Jurusan Biologi dan Pascasarjana Universitas Negeri Malang (UM). Dalam banyak kegiatan terlibat sebagai narasumber dalam *workshop* peningkatan kualitas guru sebagai instruktur. Materi yang dikembangkan sesuai kompetensinya dalam bidang pendidikan biologi dan pembelajarannya yaitu: pengembangan bahan ajar dan asesmen, penelitian tindakan kelas, pemilihan strategi pembelajaran aktif yang mendorong kemampuan berpikir siswa. Sampai saat ini masih aktif melakukan penelitian-penelitian dalam bidang pembelajaran biologi.

Penulis 3

Nama Lengkap`	: Dr. Lia Yuliati, M.Pd
Telp Kantor/HP	: 0341 552125/08156257913
E-mail	: lia.yuliati.fmipa@um.ac.id
Alamat Kantor	: Jl. Semarang No 5 Malang 65145
Bidang Keahlian	: Pendidikan IPA/Fisika

- **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**
1. 1990–1999: Dosen di Program Studi Pendidikan Fisika Jurusan Fisika FPMIPA IKIP Medan.
2. 1999–Sekarang: Dosen Program Studi Pendidikan Fisika Pascasarjana Universitas Negeri Malang.

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
1. S3: Pendidikan IPA-Universitas Pendidikan Indonesia (2002-2006).
2. S2: Pendidikan IPA-IKIP Bandung (1992-1995).
3. S1: Pendidikan Fisika-IKIP Bandung (1986-1990).

- **Judul Buku dan Tahun Terbit:**
  1. Buku Siswa dan Buku Guru Ilmu Pengetahuan Alam Kelas IX (2015).
  2. Ragam Model dan Metode Pembelajaran IPA SD (cetakan keempat) (2014).
  3. Ragam Model Pembelajaran IPA SMP (cetakan kedua) (2014).
  4. Ragam Model dan Metode Pembelajaran IPA SD (cetakan kelima) (2015).
  5. Buku Siswa dan Buku Guru Ilmu Pengetahuan Alam Kelas VIII (2014).
  6. Ragam Model dan Metode Pembelajaran IPA SD (cetakan ketiga)(2013).
  7. Ragam Model Pembelajaran IPA SMP (cetakan pertama) (2013).
  8. Ragam Model dan Metode Pembelajaran IPA SD (cetakan kedua) (2012).
  9. Ragam Model dan Metode Pembelajaran IPA SD (cetakan pertama) (2011).

- **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**
  1. Kemampuan Merancang Pembelajaran Calon Guru Fisika Berdasarkan PCK dan Kerangka Kerja TPACK (2015).
  2. Pengembangan Model Pembelajaran dengan Authentic Problem Based Learning (APBL) untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Calon Guru Fisika UM (Tahun ke-2) (2014).
  3. Pengembangan Model Pembelajaran dengan Authentic Problem Based Learning (APBL) untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Calon Guru Fisika UM (2013).
  4. Pengembangan Model Pembelajaran dengan Authentic Problem Based Learning (APBL) untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Calon Guru Fisika UM (Tahun ke-1) (2012).
  5. Authentic Problem Based Learning (APBL) untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Siswa Kelas X-8 SMA Negeri VII Malang (2012).
  6. Peningkatan Kemampuan Pedagogik Calon Guru Fisika dengan Problem Based-Active Learning Pada Mata Kuliah Strategi Pembelajaran Fisika (2011).
  7. Pengembangan Bahan Ajar IPA Terpadu untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Siswa SMP/MTS (2010).
  8. Pengembangan Paket Bahan Ajar Mata Kuliah Pengembangan Pembelajaran IPA SD Pada Program PJJ-PGSD (2009).
  9. Pengembangan Bahan Ajar Mata Kuliah Strategi Pembelajaran Fisika untuk Meningkatkan Kemampuan Mengajar Calon Guru Fisik (2008).

- **Informasi Lain:**
  Lia Yuliati, di Sumedang, Jawa Barat, 19 Juli 1968. Menikah dan dikarunia 1 orang puteri dan 1 orang putera. Pada tahun 1990-1999 bekerja sebagai dosen di Jurusan Fisika FPMIPA IKIP Medan, dan tahun 1999 sampai sekarang bekerja di Jurusan Fisika FMIPA dan Pascasarjana Universitas Negeri Malang. Dalam banyak kegiatan terlibat sebagai narasumber dalam *workshop* peningkatan kualitas guru sebagai instruktur. Materi yang dikembangkan sesuai kompetensinya dalam bidang pendidikan fisika dan pembelajarannya yaitu: pengembangan bahan ajar dan asesmen, penelitian tindakan kelas, pemilihan strategi pembelajaran aktif yang mendorong kemampuan berpikir siswa. Sampai saat ini masih aktif melakukan penelitian-penelitian dalam bidang pembelajaran fisika.

Penulis 4

Nama Lengkap : Drs. I Wayan Dasna, M.Si., M.Ed., Ph.D
Telp Kantor/HP : 0341 587582 / 081 233 69325
E-mail : idasna@um.ac.id
Akun Facebook : wdasna@gmail.com
Alamat Kantor : Jl. Semarang 5 Malang-Jawa Timur
Bidang Keahlian : Kimia dan Pembelajaran Sains

- **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**
  1. 1988–Sekarang: Dosen Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Malang.
  2. 2008–2012: Kepala Pusat Pengembangan Kurikulum, Pembelajaran dan Evaluasi, LP3, Universitas Negeri Malang.

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
  1. S3: Chimie Inorganique–Universite de Rennes 1–Rennes France (1998 - 2001).
  2. S2: Science Education–University of Houston – Texas USA (1995 – 1996).
  3. S2: Kimia-–ITB Bandung (1990 – 1993).
  4. S1: Pendidikan Kimia–IKIP MALANG (1983 -1988).

- **Judul Buku dan Tahun Terbit:**
  1. Inovasi Pembelajaran (2015).
  2. Buku Siswa dan Buku Guru Ilmu Pengetahuan Alam Kelas IX (2015).
  3. Penelitian Tindakan Kelas (2012).

- **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**
  1. Peningkatan kualitas hasil dan proses belajar matakuliah Kimia anorganik I dengan model pembelajaran Jigsaw termodifikasi (2011).
  2. Pengembangan bahan ajar IPA terpadu untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa SMP (2010).
  3. Penggunaan Model Siklus Belajar-*Group Investigation* untuk Meningkatkan Kompetesi Siswa Dalam Mempelajari Kimia di SMA Laboratorium Malang (2008).
  4. Penggunaan model pembelajaran *learning cycle*-peta konsep untuk Meningkatkan kualitas proses dan hasil belajar kimia Siswa SMAN 1 Tumpang (2007).
  5. Dampak instruksional penggunaan model Siklus Belajar Tipe Hipotetikal-Abduktif terhadap kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar kimia siswa SMA (2007).
  6. Penggunaan model pembelajaran *learning cycle-cooperatif learning* untuk Meningkatkan kualitas proses dan hasil belajar kimia Siswa SMAN 1 Tumpang (2006).

- **Informasi Lain:**
  I Wayan Dasna, lahir di Desa Abiansemal-Badung Bali tahun 1963. Menikah dan dikarunia 1 orang putra. Saat ini menetap di Kota Malang sebagai pengajar di

Jurusan Kimia dan pascasarjana Universitas Negeri Malang (UM). Dalam banyak kegiatan terlibat sebagai narasumber dalam *workshop* peningkatan kualitas guru (Pengembangan Karier berkelanjutan) sebagai instruktur. Materi yang dikembangkan sesuai kompetensinya dalam bidang Kimia dan pembelajarannya yaitu: pengembangan bahan ajar, penelitian tindakan kelas, pemilihan strategi pembelajaran aktif yang mendorong kemampuan berpikir siswa. Sampai saat ini masih aktif melakukan penelitian-penelitian dalam bidang pembelajaran dan kimia anorganik.

Penulis 5

Nama Lengkap : Ardian Anjar Pangestuti, S.Pd., M.Pd.
Telp Kantor/HP : 085730081716
E-mail : d_an_mgt@yahoo.com
Akun Facebook : Ardian Anjar Pangestuti
Alamat Kantor : Jl. Citandui No. 46 Malang
Bidang Keahlian : Pendidikan Biologi

- **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**
  1. Dosen IKIP Budi Utomo Malang (2015-sekarang).
  2. Guru SMP Ar-Rahmah "*Boarding School*" Dau, Malang (2012-2014).

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
  1. S2: Pendidikan Bologi-Universitas Negeri Malang (2012-2014).
  2. S1: Pendidikan Biologi-Universitas Negeri Malang (2007-2011).

- **Judul Buku dan Tahun Terbit:**
  Buku Siswa dan Buku Guru IPA Kelas IX (2015).

- **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**
  1. Penerapan Model Pembelajaran Biologi berbasis *Reading-Concept Map-Teams Games Tournaments* untuk Meningkatkan Minat Baca, Kemampuan Berpikir Kritis, Metakognitif dan Hasil Belajar Kognitif Siswa Kelas X IPA 4 SMA Laboratorium UM (2014).
  2. Pengaruh Ukuran Butir terhadap Sifat dielektrik Pasir Gali dari Srono Kabupaten Banyuwangi (2011).
  3. Penerapan Paduan Metode *Numbered Heads Together* dan *Student Teams Achievement Divisions* untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Kognitif Siswa Kelas VIII A SMP Negeri 13 Malang (2011).

Penulis 6

Nama Lengkap : Dyne Rizki Puspitasari
Telp Kantor/HP : -
E-mail : dyne_pasundan@yahoo.com
Akun Facebook : -
Alamat Kantor : Jl. Simpang Bogor T7
Bidang Keahlian : Pendidikan Fisika

- **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**
  1. Guru Fisika di SMAN 1 Malang (2011-2012).
  2. Guru IPA di SMP Laboratorium UM (2011-sekarang).

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
  1. S2: Pendidikan Fisika-Universitas Negeri Malang (2012–2014).
  2. S1: Pendidikan Fisika-Universitas Negeri Malang (2007–2011).

- **Judul Buku dan Tahun Terbit:**
  Buku Siswa dan Buku Guru IPA Kelas IX (2015)

- **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**
  1. Penerapan *authentic assessment* dengan *feedback* untuk meningkatkan keterampilan proses sains siswa pada pembelajaran IPA kelas 8 di SMP Lab UM (2015)
  2. Pola keterampilan berpikir dan penguasaan konsep siswa pada strategi pembelajaran metakognisi berbantuan *thinking map* (2014)
  3. Peningkatan kemampuan berpikir siswa melalui pembelajaran berbasis inkuiri dengan model pencapaian konsep di kelas VIIA SMP Negeri 4 Malang (2011)

Penulis 7

Nama Lengkap : Hamim Thohari Mahfudhillah
Telp Kantor/HP : 085646738422
E-mail : hamimtm@gmail.com
Akun Facebook : www.facebook.com/hamim.vls
Alamat Kantor : -
Bidang Keahlian : Pendidikan Biologi

- **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**
  1. Tentor Biologi di BMB Air-Langga (2013-2015)
  2. Guru Biologi SMAN 1 Kepanjen (2013)
  3. Guru Biologi SMA Islam Kepanjen (2015)

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
  1. S2: Pendidikan Biologi-Universitas Negeri Malang (2014–2017).
  2. S1: Pendidikan Biologi-Universitas Negeri Malang (2010–2014).

- **Judul Buku dan Tahun Terbit:**
  1. Pedoman Pengembangan Model Kampung Organik (2016).
  2. Buku Siswa dan Buku Guru IPA Kelas IX (2015).
  3. Pengelolaan Sampah Berbasis 6M Modul Pendukung untuk Sekolah Adiwiyata (2013).

- **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**
  1. Pengembangan modul Program Kawasan Rumah Pangan Lestari (KRPL) berbasis projek dan pengaruhnya terhadap sikap peduli lingkungan, keterampilan memecahkan masalah, dan keterampilan berkolaborasi siswa SMAN 1 Kepanjen (2016).
  2. Pengembangan modul sebagai solusi mengoptimalkan Program Kawasan Rumah Pangan Lestari, meningkatkan sikap peduli lingkungan, dan keterampilan memecahkan masalah siswa (2016).
  3. Implementasi model pembelajaran *Remap Coople Teams Games Tournament* pada matakuliah pengantar pendidikan untuk meningkatkan kemampuan kognitif, motivasi, dan keterampilan komunikasi mahasiswa s1 pendidikan biologi (2015).
  4. Pengembangan media *genetic box* pada materi genetika kelas XII (2014).

Penulis 8

Nama Lengkap : Alifa Robitah
Telp Kantor/HP : 085736017813
E-mail : alifarobitah@gmail.com
Akun Facebook : Alifa Robitah
Alamat Kantor : Jl. Argopuro Gg.VII Situbondo
Bidang Keahlian : Pendidikan Biologi

- **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**
  1. Dosen STKIP PGRI Situbondo (2015-sekarang).
  2. Guru SMA Ar-Rahmah "*Boarding School*" Dau, Malang (2011-2014).

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
  1. S2: Pendidikan Bologi-Universitas Negeri Malang (2012-2014).
  2. S1: Pendidikan Biologi-Universitas Negeri Malang (2007-2011).

- **Judul Buku dan Tahun Terbit:**
  Buku Siswa dan Buku Guru IPA Kelas IX (2015)

■ **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**

1. Pengaruh Model Pembelajaran Biologi berbasis Inkuiri dan *Creative Problem Solving* (CPS) terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif, Keterampilan Proses Ilmiah dan Hasil Belajar Kognitif Siswa Kelas X (2014).
2. Pengembangan Perangkat Penilaian Kinerja Laboratorium (*Laboratory Performance Assesment*) Matapelajaran Biologi Kelas VIII SMP Negeri 13 Malang (2011).

Penulis 9

Nama Lengkap : Zenia Lutfi Kurniawati
Telp Kantor/HP : 081217708485/085785757183
E-mail : zeniakurniawati2211@gmail.com
Akun Facebook : Jeje Zenia
Alamat Kantor :
Bidang Keahlian : Pendidikan Biologi

■ **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**

1. S2: Pendidikan Biologi-Universitas Negeri Malang (2014-2016).
2. S1: Pendidikan Biologi-Universitas Negeri Malang (2009-2013).

■ **Judul Buku dan Tahun Terbit:**

Buku Siswa dan Buku Guru IPA Kelas IX (2015).

■ **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**

Pengembangan Media "Nefron" pada Materi Sistem Ekskresi sebagai Media Pembelajaran Kelas XI SMA (2013).

Penulis 10

Nama Lengkap :Fatia Rosyida, M.Pd.
Telp Kantor/HP : 0356329121/085730710364
E-mail : fatiarosyida9392@gmail.com
Alamat Kantor : Jl. Mondokan No 1 Tuban
Bidang Keahlian : Pendidikan Biologi

■ **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**

Guru di SMAN 4 Tuban (2017-sekarang)

■ **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**

1. S2: Pendidikan Bologi-Universitas Negeri Malang (2014-2016).
2. S1: Pendidikan Biologi-Universitas Negeri Malang (2010-2014).

- **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**
  1. Pengaruh Pembelajaran Biologi Berbasis *Reading Concept Map-Timed Pair Share* dan Kemampuan Akademik Berbeda terhadap Keterampilan Metakognitif, Keterampilan Berpikir Kritis, dan Hasil Belajar Kognitif Siswa Kelas X MIA SMA Negeri Batu (2016).
  2. Keterampilan Metakognitif dan Hasil Belajar Kognitif Siswa dengan Pembelajaran *Reading Concept Map-Timed Pair Share* (Remap-TmPS) (2016).
  3. Memberdayakan Keterampilan Berpikir Kritis dengan Model Pembelajaran *Reading Concept Map-Timed Pair Share* (Remap-TmPS) (2016).
  4. Kemampuan Bertanya dan Berpendapat Siswa SMA Negeri Batu Pada Mata Pelajaran Biologi (2015).
  5. Pengaruh Pembelajaran *Search Solve Create and Share* (SSCS) terhadap Motivasi, Hasil Belajar, dan Retensi Siswa Kelas X SMA (2014).

Penulis 11

Nama Lengkap : Mar'atus Sholihah, S.Pd, M.Pd.
Telp Kantor/HP : 0342-441597/085755473825
E-mail : maratussholihah11292@gmail.com
Alamat Kantor : Jl. Nyiur Bcem Sutojayan Blitar
Bidang Keahlian : Pendidikan Biologi

- **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**
  Guru di MTs-MA Sirojut Tholibin Bacem Sutojayan Blitar (2016-sekarang)

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
  1. S2: Pendidikan Bologi-Universitas Negeri Malang (2014-2016).
  2. S1: Pendidikan Biologi-Universitas Negeri Malang (2010-2014).

- **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**
  1. Pengaruh Model Pembelajaran Biologi Berbasis *Reading Concept Map Reciprocal Teaching* terhadap Keterampilan Metakognitif, Keterampilan Berpikir Kritis, dan Hasil Belajar Kognitif Siswa Kelas X di SMA Negeri Kota Batu (2016).
  2. Memberdayakan Keterampilan Metakognitif dan Hasil Belajar Kognitif Siswa dengan Model Pembelajaran *Reading Concept Map Reciprocal Teaching* (Remap RT) (2016).
  3. *Reading Concept Map Reciprocal Teaching* (Remap RT) untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa (2016).
  4. Keterampilan Metakognitif Siswa SMA Negeri Batu pada Mata Pelajaran Biologi (2015).
  5. Penerapan Model Pembelajaran *Quantum Teaching* dipadu dengan *Mind Mapping* untuk Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar Siswa Kelas XI IPA di SMAN 8 Malang (2014).

Penelaah 1

Nama Lengkap : Ana Ratna Wulan
Perguruan Tinggi : Universitas Pendidikan Indonesia
Bidang Keahlian : Pendidikan Biologi
Telp Kantor/HP : 022-2001937
E-mail : ana_ratna_upi@ahoo.com
Alamat Kantor : Jl. Setiabudhi No. 229, Kec. Sukasari, Kota Bandung

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
  1. S3: Universitas Pendidikan Indonesia Dr. 2007
  2. S2: Universitas Pendidikan Indonesia M.Pd. 2003
  3. S1: Universitas Pendidikan Indonesia S.Pd. 1998

Penelaah 2

Nama Lengkap : Herawati Susilo
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Malang
Bidang Keahlian : Pendidikan Biologi
Telp Kantor/HP : 0341-562180/ 08123271741
E-mail : herawati.susilo.fmipa@um.ac.id
Alamat Kantor : Jl. Semarang No. 5, Kota Malang

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
  1. S3: University of Iowa USA Ph.D. 1987
  2. S2: University of Iowa USA M.Sc. 1984
  3. S1: IKIP Malang Dra. 1978

Penelaah 4

Nama Lengkap : Dadan Rosana
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Yogyakarta
Bidang Keahlian : Pendidikan IPA
Telp Kantor/HP : 081392859303
E-mail : danrosana@uny.ac.id
Alamat Kantor : Jl Colombo No. 1, Kec. Depok, Kota Yogyakarta

■ **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**

1. S3: Universitas Negeri Yogyakarta Dr. 2008
2. S2: Institut Teknologi Bandung M.Si. 1997
3. S1: IKIP Bandung S.Pd. 1992

Penelaah 5

Nama Lengkap : Enny Ratnaningsih
Perguruan Tinggi : Institut Teknologi Bandung
Bidang Keahlian : Kimia
Telp Kantor/HP : (+62) 22[2502103] ext: 2205
E-mail : enny@chem.itb.ac.id
Alamat Kantor : Jl. Ganesha No. 10 Bandung

■ **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**

1. S3: Monash University Dr. 1991
2. S2: Institut Teknologi Bandung M.Si. 1987
3. S1: Institut Teknologi Bandung S.Si. 1983

Penelaah 6

Nama Lengkap : Maria Paristiowati
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Jakarta
Bidang Keahlian : Pendidikan Kimia
Telp Kantor/HP : 021-4896669
E-mail : maria.paristiowati@unj.ac.id/
maria.Paristiowati@gmail.com
Alamat Kantor : Jl. Pemuda No. 10, Rawamangun, Jakarta Timur

■ **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**

1. S3: Universitas Negeri Jakarta Dr. 2015
2. S2: Institut Teknologi Bandung M.Si. 2001

Penelaah 7

Nama Lengkap : Ahmad Mudzakir
Perguruan Tinggi : Universitas Pendidikan Indonesia
Bidang Keahlian : Kimia
Telp Kantor/HP : 022-2000579/ 085221068479
E-mail : zakir66@upi.edu
Alamat Kantor : Jl. Setiabudhi No. 229, Kec. Sukasari, Kota Bandung

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
  1. S3: Otto-von-Guericke Universität Magdeburg Germany Dr. 2004
  2. S2: Universitas Gadjah Mada Jogyakarta M.Si. 1997
  3. S1: IKIP Bandung S.Pd. 1990

Editor

Nama Lengkap : Renni Diastuti, M.Si
Telp Kantor/HP : 3804228/081399423047
E-mail : rennie_dt@yahoo.com
Alamat Kantor : Jl. Gunung Sahari Raya No. 4
Bidang Keahlian : Biologi

- **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**
  1. 2006 - 2011 : Staf Bidang Pendidikan Khusus, Pusat Kurikulum, Balitbang, Kemdikbud
  2. 2011- 2015 : Staf Bidang Kurikulum dan Perbukuan Pendidikan Dasar di Pusat Kurikulum dan Perbukuan, Balitbang, Kemdikbud
  3. 2016 - sekarang: Staf Bidang Kurikulum di Pusat Kurikulum dan Perbukuan, Balitbang, Kemdikbud

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
  1. S2: Pascasarjana/Ilmu Lingkungan, Universitas Indonesia (2004 -2007)
  2. S1: FMIPA1995) /Biologi/Mikrobiologi/IPB (1988-1995)

- **Judul Buku yang Pernah Diedit (10 Tahun Terakhir):**
  1. Ilmu Pengetahuan Alam Buku Siswa Kelas VII, Cetakan Ke-1, 2013
  2. Ilmu Pengetahuan Alam Buku Guru Kelas VII, Cetakan Ke-1, 2013
  3. Ilmu Pengetahuan Alam Buku Siswa Kelas VIII, Cetakan Ke-1, 2014
  4. Ilmu Pengetahuan Alam Buku Guru Kelas VIII, Cetakan Ke-1, 2014
  5. Ilmu Pengetahuan Alam Buku Siswa Kelas IX, Cetakan Ke-1, 2015
  6. Ilmu Pengetahuan Alam Buku Guru Kelas IX, Cetakan Ke-1, 2015

Glosarium

Belajar Proses pencapaian kompetensi pengetahuan, sikap, dan keterampilan

Hipotesis Dugaan atau jawaban sementara dari peneliti terhadap permasalahan penelitian yang telah dirumuskan

Inkuiri demonstrasi Pembelajaran yang diawali dengan kegiatan demonstrasi yang dilakukan guru untuk mengarahkan atau menarik perhatian peserta didik

Inkuiri penuh Pembelajaran yang memberi kesempatan pada peserta didik untuk mengajukan pertanyaan mengenai suatu topik atau fenomena

Inkuiri terbimbing Pembelajaran yang diawali dengan pengajuan pertanyaan atau masalah yang akan diselidiki oleh guru dan menunjukkan materi atau bahan yang akan digunakan

Inkuiri terstruktur Pembelajaran yang melibatkan peserta didik dalam aktivitas *hands-on* atau laboratorium, mengumpulkan dan mengorganisasi data, dan menarik kesimpulan

IPA Pengetahuan yang sistematis dan disusun dengan menghubungkan gejala-gejala alam yang bersifat kebendaan dan didasarkan pada hasil pengamatan

Kegiatan pengayaan Kegiatan yang diberikan kepada peserta didik kelompok cepat agar mereka dapat mengembangkan potensinya secara optimal dengan memanfaatkan sisa waktu yang dimilikinya

Keterampilan proses Keterampilan melakukan tugas/tindakan dengan menggunakan alat dan/atau bahan dengan prosedur kerja tertentu

Keterampilan proses sains Keterampilan yang digunakan peserta didik untuk menyelidiki dunia di sekitar mereka dan untuk membangun konsep ilmu pengetahuan, sedangkan sikap ilmiah adalah bagaimana para ilmuwan bersikap ketika melakukan proses dalam mendapatkan ilmu pengetahuan tersebut

Kisi-kisi Spesifikasi yang memuat kriteria soal yang akan ditulis yang meliputi antara lain KD yang akan diukur, materi, indikator soal, bentuk soal, dan jumlah soal

Konstruktivisme Teori belajar yang bersandar pada ide bahwa peserta didik mengkonstruk pengetahuan mereka sendiri di dalam konteks pengalaman mereka sendiri

Melakukan percobaan Keterampilan untuk melakukan pengujian terhadap ide-ide yang bersumber dari fakta, konsep, dan prinsip ilmu pengetahuan sehingga dapat diperoleh informasi yang menerima atau menolak ide-ide itu

Memprediksi Menduga sesuatu yang akan terjadi berdasarkan pola- pola peristiwa atau fakta yang sudah terjadi

Mendeskripsikan hubungan antarvariabel Proses menjelaskan cara penelitian dilaksanakan dan jenis data apa yang harus dikumpulkan

Mengamati Kegiatan yang melibatkan alat indra, seperti melihat, mendengar, meraba, merasakan, dan mencium

Mengendalikan variabel Kegiatan mengatur variasi atau macam-macam variabel suatu percobaan

Menggolongkan Memilah berbagai objek atau peristiwa berdasarkan persamaan sifat khususnya, sehingga diperoleh kelompok sejenis dari objek atau peristiwa yang dimaksud

Menggunakan alat Kegiatan merangkai dan memanfaatkan alat untuk kegiatan percobaan

Mengidentifikasi variabel Suatu kegiatan menentukan jenis variabel dalam suatu penelitian

Menginterpretasi Memberi makna pada data yang diperoleh dari pengamatan karena data tidak berarti apa-apa sebelum diartikan

Mengomunikasikan Kegiatan menyampaikan perolehan fakta, konsep, dan prinsip ilmu pengetahuan dalam berbagai bentuk seperti laporan tertulis (tabel, grafik, gambar, atau lainnya), maupun audio, visual, atau audio visual

Mengukur Kegiatan membandingkan benda yang diukur dengan satuan ukuran tertentu yang telah ditetapkan sebelumnya

Menyimpulkan Keterampilan membuat keputusan tentang keadaan suatu objek berdasarkan fakta, konsep, prinsip yang diketahui

Merancang penelitian Kegiatan ilmiah yang mencakup beberapa keterampilan proses. Secara berurutan kegiatan merancang penelitian minimal terdiri atas proses-proses IPA: (1) membuat pertanyaan-pertanyaan (merumuskan masalah), (2) merumuskan hipotesis, (3) memilih alat, bahan dan merancang cara kerja percobaan untuk menguji hipotesis, (4) mengumpulkan data, (5) menganalisis data, (6) membuat kesimpulan

Merumuskan masalah Proses memfokuskan masalah yang diteliti yang dirumuskan dalam bentuk kalimat pertanyaan

Nilai ilmiah Kebenaran yang dapat dibuktikan oleh semua orang dengan menggunakan metode ilmiah dan prosedur seperti yang dilakukan terdahulu oleh penemunya

Paket B Lulusan memiliki kualifikasi kemampuan pikir dan tindak yang efektif dan kreatif dalam ranah abstrak dan konkret sesuai dengan yang dipelajari di sekolah dan sumber lain sejenis

Pembelajaran Proses interaksi peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar

Pembelajaran inkuiri Pembelajaran yang melibatkan peserta didik dalam masalah penyelidikan nyata dengan menghadapkan mereka dengan cara penyelidikan (investigasi), membantu mereka mengidentifikasi masalah konseptual atau metodologis dalam wilayah investigasi, dan meminta mereka merancang cara mengatasi masalah

Pembelajaran langsung Proses pendidikan di mana peserta didik mengembangkan pengetahuan, kemampuan berpikir, dan keterampilan psikomotorik melalui interaksi langsung dengan sumber belajar yang dirancang dalam silabus dan rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) berupa kegiatan-kegiatan pembelajaran

Pembelajaran penemuan Model pengajaran yang menekankan pentingnya membantu peserta didik memahami struktur atau ide kunci dari suatu disiplin ilmu, perlunya peserta didik aktif terlibat dalam proses pembelajaran, dan suatu keyakinan bahwa pembelajaran yang sebenarnya terjadi melalui penemuan pribadi

Pembelajaran remedial Kegiatan yang ditujukan untuk membantu peserta didik yang mengalami kesulitan dalam menguasai materi pelajaran

Pendekatan kontekstual Pendekatan ini merupakan konsep belajar yang membantu guru mengkaitkan antara materi yang diajarkannya dengan situasi dunia nyata peserta didik serta mendorong peserta didik membuat hubungan antara pengetahuan yang dimiliki dengan penerapannya dalam kehidupan mereka sebagai anggota keluarga dan masyarakat

Pengetahuan faktual Pengetahuan yang meliputi 1) pengetahuan terhadap istilah, misal simbol-simbol dan istilah- istilah ilmiah; dan 2) pengetahuan terhadap unsur-unsur yang spesifik, misal sumber-sumber alam, sumber informasi, atau fakta-fakta yang bersifat praktis

Pengetahuan konseptual Hubungan antara pengetahuan faktual berupa unsur-unsur dasar dengan struktur keilmuan yang lebih besar sehingga memungkinkan terjadinya pengetahuan baru

Pengetahuan prosedural Pengetahuan tentang cara melakukan sesuatu yang dapat berupa kegiatan atau prosedur

Penilaian Serangkaian kegiatan untuk memperoleh, menganalisis, dan menafsirkan data tentang proses dan hasil belajar peserta didik yang dilakukan secara sistematis dan berkesinambungan, sehingga menjadi informasi yang bermakna dalam pengambilan keputusan

Penilaian hasil belajar Proses pengumpulan informasi/data tentang capaian pembelajaran peserta didik dalam aspek sikap, aspek pengetahuan, dan aspek keterampilan yang dilakukan secara terencana dan sistematis yang dilakukan untuk memantau proses, kemajuan belajar, dan perbaikan hasil belajar melalui penugasan dan evaluasi hasil belajar

Penilaian keterampilan Penilaian yang dilakukan untuk mengetahui kemampuan peserta didik dalam menerapkan pengetahuan untuk melakukan tugas tertentu di dalam berbagai macam konteks sesuai dengan indikator pencapaian kompetensi

Penilaian kinerja Penilaian untuk mengukur capaian pembelajaran berupa keterampilan proses dan/atau hasil (produk)

Penilaian pencapaian kompetensi keterampilan Penilaian yang dilakukan terhadap peserta didik untuk menilai sejauh mana pencapaian KI dan KD dalam dimensi keterampilan

Penilaian pengetahuan Penilaian yang dilakukan untuk mengetahui penguasaan peserta didik yang meliputi pengetahuan faktual, konseptual, maupun prosedural serta kecakapan berpikir tingkat rendah hingga tinggi

Penilaian portofolio Penilaian berkelanjutan yang didasarkan pada kumpulan informasi yang bersifat reflektif-integratif yang menunjukkan perkembangan kemampuan peserta didik dalam satu periode tertentu

Penilaian proyek Suatu kegiatan untuk mengetahui kemampuan peserta didik dalam mengaplikasikan pengetahuannya melalui penyelesaian suatu tugas dalam periode/waktu tertentu

Penugasan Pemberian tugas kepada peserta didik untuk mengukur dan/atau memfasilitasi peserta didik memperoleh atau meningkatkan pengetahuan

Peserta didik Subjek yang memiliki kemampuan untuk aktif mencari, mengolah, mengonstruksi, dan menggunakan pengetahuan

Portofolio Kumpulan sampel pekerjaan terbaik dari KD pengetahuan, terutama pekerjaan-pekerjaan dari tugas-tugas dan ulangan harian tertulis yang diberikan kepada peserta didik

Problem Based Learning Model yang menekankan pada pembelajaran berbasis *student-centered*, yang dapat memberdayakan peserta didik

untuk melakukan penyelidikan, mengintegrasikan teori dan praktik, menerapkan pengetahuan dan keterampilannya untuk mengembangkan penemuan solusi atau pemecahan terhadap masalah tertentu

Produk Sesuatu (berupa barang) yang dihasilkan dari penyelesaian sebuah tugas

***Project Based Learning* (PjBL)** Model pembelajaran sistematik yang mengikutsertakan peserta didik ke dalam pembelajaran pengetahuan dan keahlian yang kompleks, pertanyaan autentik dan perancangan produk dan tugas

Scaffolding Suatu proses belajar di mana seorang peserta didik dibantu menuntaskan masalah tertentu melampaui kapasitas perkembangannya melalui bantuan dari seorang guru atau orang lain yang memiliki kemampuan lebih

Sikap Kecenderungan untuk membuat pilihan atau keputusan dalam bertindak

Sikap ilmiah Bagaimana para ilmuwan bersikap ketika melakukan proses dalam mendapatkan ilmu pengetahuan tersebut

Siklus belajar Pembelajaran dengan tahapan yang diatur sedemikian rupa sehingga peserta didik dapat menguasai kompetensi-kompetensi yang harus dicapai dengan ikut serta berperan aktif

Siklus belajar 5E (*the 5E learning cycle*) Model pembelajaran yang meliputi kegiatan *Engagement, Exploration, Explaination, Elaboration,* dan *Evaluation*

Tes tertulis Tes yang soal dan jawaban disajikan secara tertulis berupa pilihan ganda, isian, benar-salah, menjodohkan, dan uraian

Tutor sebaya Teman sekelas yang memiliki kecepatan belajar lebih

Variabel Objek penelitian, atau apa yang menjadi titik perhatian suatu penelitian

Indeks

Daftar Pustaka

Ali, M. H. 2000. *Guru dalam Proses Belajar Mengajar Edisi ke-10*. Bandung: PT Sinar Baru Algensindo

Anderson, L., & Krathwohl, D. A. 2001. *Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational*. New York: Longman.

Arends, R.I. 2004. *Learning toTeach. Sixth Edition*. New York: The McGraw-Hill.

Berwald, Juli. dkk. 2007. *Focus on Earth Science Grade 7*. Ohio : McGraw-HillCompanies

Bybee, R.W. 1989. *Science and Technology Education for the Elementary* Years: Frame work for Curriculum and Instruction.Washington, D.C.: The Nationan Center for Improving Instruction.

Callahan, Joseph F., Clark, Leonard H. and Kellough, Richard D. 1992. *Teaching in the Middle and. Secondary Schools. 4th ed.*, New York: Macmillan,

Campbell, N.A., Reece. J.B., Urry, L.A., Cain, M.L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V., & Jackson, R.B. 2008. *Biology 8th edition*. USA: Pearson Education, Inc.

De Porter dan Hernacki. 2001. *Model Quantum Learning*. Yogyakarta: Fakultas Psikologi Universitas Gajah Mada.

Dwidjoseputro. 1986. *Fisiologi Tumbuhan*. Erlangga: Jakarta

Ezrallson, Cathy et al. 2005. *Waves, Sound, and Light*. New York : McGraw-Hill Companies

Feather, Ralph M. et al. 2005. *The Changing Surface of Earth*. New York: McGrawHill Companies

Gallagher, S.A., Stephen, W.J., Sher, B.T., and Workman, D. 1995. Implementing problem-based learning in science classroom. *School Science and Mathematics*. 95(3): 136-146.

Goldberg, Fred. 2006. dkk. *Interactions in Physical Science Teacher's Edition Volume I*. Herff Jones Education Division

Hmelo-Silver, C.E. 2004. Problem-based learning: what and how do students learn? Educ. *Psychology Review*. 16(3): 235-266.

Hsu, Tom. 2005. *Physics a First Course*. Massachusetts: CPO Science

Joyce, Bruce & Marsha Weil. 2000. *Models of Teaching*. Amerika: A. Pearson

Kamdi, W. 2007. *Pembelajaran Berbasis Proyek (Project-Based Learning)*. Materi Pelatihan untuk Guru di YPC Riau.

Kuhlthau & Todd. 2007. Guided Inquiry: A framework for learning through school librariesin 21st century schools. New Jersey: CISSL.

Lawson, A. E. 1994. *Science Teaching and the Development of Thinking*. California: Wadsworth Publishing Company.

Malcome. 1990. *Ringkasan Biologi*. Bandung: Ganeca Exact.

Marzano, R. J., Pickering, D. J., & McTighe, J. 1993. *Assessing Student Outcomes: Performance Assessment. Using the Dimensions of Learning Model*. Alexandria, VA: ASCD.

Moedjiono dan Dimyati, M. 1992. *Strategi Belajar Mengajar*. Jakarta: Depdikbud.

Mulyaningsih, Farida. 2008. *Mencegah dan Mengatasi Osteoporosis dengan Berolahraga*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.

Mueller, C., Wallace, J., & Price, J. 1992. Employee Commitment: Resolving Some Issues. *Work and Occupations,* 19(3), 211–236.

National Research Council. 1996. *National Science Education Standard*. Washington DC: National Academy Press.

National Research Council. 2002. *Inquiry and theNational Science Education Standard: A Guide for Teaching and Learning*.Washington DC: National Academy Press.

Niederhoffer, E.C. 1999. *Problem Based Learning: A Student Guide*. Updated eniederhoffer@siumed.edu

Ong, A and Borich. 2006. *Teaching Strategies that Promote Thinking: Model and Curriculum Approaches (First Edition)*. London: McGraw-Hill Education

Parravano, Carlo. dkk. 2006. *BSCS Biology A Molecular Approach*. Ohio : McGrawHill Companies

Permendikbud Nomor 54 Tahun 2013 tentang Standar Kompetensi Lulusan Pendidikan Dasar dan Menengah

Permendikbud Nomor 68 Tahun 2013 tentang Kerangka Dasar dan Struktur Kurikulum SMP/MTs

Permendikbud No 53 Tahun 2015 tentang Penilaian Hasil Belajar

Permendikbud Nomor 22 Tahun 2016 tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah

Permendikbud Nomor 23 Tahun 2016 tentang Standar Penilaian Pendidikan

Permendikbud Nomor 24 Tahun 2016 tentang Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Pelajaran pada Kurikulum 2013

Pudjiadi, A. 2005. *Pembelajaran Kontekstual*. Bandung: Rosdakarya.

Purjiyanta, Eka, dkk. 2007. *IPA Terpadu untuk SMP Kelas VIII*. Erlangga: Jakarta.

Rahman, Tanpa Tahun. *Nutrisi dan Energi Tumbuhan*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia. Diakses tanggal 10 November 2013.

Savery, J.R. 2006. Overview of problem based learning: definitions and distinctions. *The Interdiciplinary Journal of Problem-based Learning*. Vol. 1, No. 1.

Suyitno.2005. *Fotosintesis*. (online). Diakses dari www.google.com/staff.uny.ac.id. Diunduh pada tanggal 18 November 2013.

Tim Penulis. 2001. *High School Instructional Guide for Physics*. Los Angeles: Los Angeles Unified School District

Tim Penulis. 2006. *Science Lower Secondary Teacher Guide*. Papua New Guinea: Departement of Education

Tim Penulis. 2010. *Life Science Teacher's Edition (TE)*. San Francisco: CK-12 Foundation

Tim Penulis. Tanpa tahun. *Lesson Plans: Life's Structure and Function*. Ohio: McGraw-Hill Companies

Tim Penulis. Tanpa Tahun. *Life Science*. Ohio : McGraw-Hill Companies

Tim Penulis. Tanpa tahun. *Mastering Standardized Tests Student Edition*. Ohio : McGraw-Hill Companies

Tim Penulis. Tanpa tahun. *Teacher Edition Earth Sciences Model Lesson: Convection Connection*. Los Angeles: Los Angeles Unified School District & BSCS

Tim Penulis. Tanpa tahun. *Teacher Edition: Mastering the Biology Core 40 Biology The Dynamics of Life*. Ohio : McGraw-Hill Companies

Tim Penulis. Tanpa tahun. *Teacher's Guide Reading and Writing in Science*. Ohio : McGraw-Hill Companies

Tim Penulis. Tanpa Tahun. *Teachers' Edition The Harnessed Atom*

UU No.35 tahun 2009 tentang Narkotika

Vihar, Preet. 2009. *Class VIII Learning by Doing*.Delhi: Central Board Of Secondary Education

Wardlaw, Gordon M. dan Jeffrey S. Hampl.2007. *Perspective in Nutrition*. New York: Mc GrawHills Company.

Waterman, M.A. 1998. Investigative Case Study Approach for Biologi Learning. *Bioscene*. Vol 24(1): 4-10.

Woods, D. R. 1996. *Problem-based Learning: Helping Your Students Gain the Most from PBL*.

Zubaidah, S., Mahanal, S, dan Yuliati, L. 2013a. *Ragam Model Pembelajaran IPA Sekolah Dasar*. Malang: Universitas Negeri Malang.

Zubaidah, S., Mahanal, S, dan Yuliati, L. 2013b. *Ragam Model Pembelajaran IPA SMP*. Malang: Universitas Negeri Malang.

Website:

www.akfarsam.ac.id. Diunduh pada tanggal 18 November 2013

www.images.ctv.ca Diunduh pada tanggal 26 Nopember 2013

www.ivhhn.org Diunduh pada tanggal 26 Nopember 2013

www.keramik88.com. Diunduh pada tanggal 15 September 2013.

www.nap.edu .Diunduh pada tanggal 5 September 2013

www.survival-nz.com Diunduh pada tanggal 25 Nopember 2013